Beiträge zur Mikroanatomie und Histologie des Darmkanals einiger Opisthobranchier. I.

Von Ferdinand Starmühlner

(Aus dem 1. Zoologischen Institut der Universität Wien)

Mit 36 Textabbildungen

(Vorgelegt in der Sitzung am 27. Jänner 1956)

Einleitung.

Mehrere Expeditionen und Exkursionen an die Gestade des Mittelländischen Meeres und der Adria haben es meinem Freunde Dr. Rupert Riedl und mir ermöglicht, bei unseren Tauch- und Dretschfahrten ein großes Material an Opisthobranchiern zu sammeln. Ein Teil dieser Tiere, die aus dem Golf von Neapel bei der Österreichischen Tyrrheniaexpedition 1952 gesammelt wurden, erfuhren bereits ihre systematische und ökologische Bearbeitung (Starmühlner 1955 u. 1956). Da der Großteil der gesammelten Exemplare histologisch fixiert werden konnte, stehen sie nun auch genaueren mikroanatomischen Untersuchungen zur Verfügung. Aus der Fülle des gesammelten Materials werden nun in Abständen die einzelnen Arten genauer untersucht werden.

Die vorliegende Arbeit ist die erste Studie, die aus dem Material gewonnen wurde. Im Laufe der Jahre sollen weitere folgen. Da die Kenntnis des mikroanatomischen Baues des Darmkanals bei Opisthobranchiern große Lücken — selbst bei so oft untersuchten Arten wie *Aplysia depilans* oder *Philine aperta* — aufweist und manche Untersuchungsbefunde einer Überprüfung bedürfen, wurden aus dem Material einige Formen aus den verschiedenen Gruppen herausgegriffen und bearbeitet.

Einige der hier besprochenen Arten wurden im Raum von Rovinj gesammelt, wo es uns ermöglicht war, im Rahmen unserer alljährlichen marinbiologischen Kurse Aufsammlungen durchzuführen. Diese Aufsammlungen wurden dabei mit Unterstützung der Meeresbiologischen Station Rovinj getätigt.

Material und Methode.

Bei vorliegender Untersuchung wurden 7 Opisthobranchierarten bearbeitet, und zwar:

1.) Ordnung: **Pleurocoela (=Tectibranchia).**
Sippe: Cephalaspidea.
Familie: **Philinidae.**
Philine aperta L.

2.) Sippe: Anaspidea (= Aplysiacea).
Familie: **Aplysiidae.**
Unterfamilie: **Aplysiinae.**
Aplysia depilans L.

3.) Ordnung: **Saccoglossa.**
Familie: **Elysiidae.**
Thuridilla splendida Bergh.

4.) Familie: **Limapontiidae.**
Limapontia sp.

5.) Ordnung: **Acoela.**
Sippe: Doridacea.
Familie: **Polyceridae.**
Polycera quadrilineata Cuv.

6.) Sippe: Dendronotacea.
Familie: **Dotonidae (Iduliidae).**
Idulia (Doto) coronata Loven.

7.) Sippe: Eolidiacea.
Familie: **Eolidiidae.**
Berghia coerulescens Laurillard.

Sämtliche Tiere wurden in Bouinscher Flüssigkeit fixiert und nach üblicher Paraffineinbettung geschnitten. Die Färbung erfolgte nach der Mallory-Methode, so, daß vor allem die Bindegewebe deutlich hervortraten. Für die Herstellung der Schnitte danke ich Frau Dr. M. Baumgartner, für die Mikrofotos Frl. Maria Wimmer und für die Zeichnungen Herrn Camillo Nossian.

Philine aperta L.

Die mikroskopisch untersuchten Exemplare entstammten Proben, die in Rovinj genommen wurden. Die Tiere wurden von Korallinenböden aus 30 m gedretscht.

Philine aperta erfuhr bereits mehrfach genauere anatomische und histologische Untersuchungen, so die Mitteldarmdrüse durch Frenzel 1886 und 1893, weitere Angaben über den Darmkanal

machten G u i a r t 1901, St. H i l a i r e 1903, S t e r n e r 1912. Die genauesten Untersuchungen stammen aber von B r o w n 1934 und F ö r s t e r 1934, während man eine Zusammenfassung der Ergebnisse, dargestellt von H o f f m a n n in B r o n n s Klassen und Ordnungen 1939, findet.

Mundöffnung: Die schlitzförmige Mundspalte, die ziemlich terminal liegt, erscheint auf den Schnittbildern leicht nach dorsal verschoben, was aber auf Kontraktion bei der Fixierung zurückzuführen sein kann. Das Epithel der Mundspalte geht allmählich aus intensiv rötlich anfärbbaren Zellen, welche die Außenhaut bilden, in flachere, schwach bläulich angefärbte Zellen über. Die Zellen sind stark bewimpert und haben Schleimbecherzellen dazwischengelagert. Zu beiden Seiten des Mundes und der sich anschließenden Mundröhre laufen zahlreiche Nervenstränge, die zum sogenannten Hancockschen Organ führen, dessen Bedeutung als Sinnesgruben bereits von B r o w n 1934 festgestellt wurde. Als Lippendrüsen könnte man eigentlich nur die Schleimbecherzellen ansprechen, die zwar auch in der Außenhaut zu finden sind, aber in der Region der Mundöffnung gehäuft auftreten.

Mundhöhle: Dieser Abschnitt ist bei *Philine aperta* relativ lang ausgebildet und wäre besser als Mundröhre zu bezeichnen. Hoffmann 1939 weist darauf hin, daß B r o w n 1934 die Mundröhre mit einem dreikantigen Lumen im Querschnitt beschrieb, dessen Epithel unter der Basalmembran von einer Lage von Ring- und Längsmuskeln umgeben ist, auf das ein Netzwerk von Muskelfasern folgt, das außerdem noch von einer äußeren Ringmuskelschichte umhüllt ist. F ö r s t e r 1934 erwähnt dagegen nichts von einer derartigen Bildung. Meine Schnitte zeigen nun folgendes Bild: der vorderste Abschnitt der Mundröhre zeigt im Querschnitt ein T-förmiges Lumen, wobei der dorsale Querbalken Seitenrinnen aufweist, während sich der Längsspalt leicht sackförmig ausweitet. Schließlich buchtet sich die ventrale Hälfte der vorderen Mundröhre aus, die Seitenwände springen ins Lumen vor, das dadurch eine I-förmige Gestalt bekommt. Im darauffolgenden hinteren Abschnitt der Mundröhre wölben sich von ventral zwei seitliche Wülste vor, die nach hinten rasch an Höhe zunehmen, die dorsale Längsrinne faltet sich als kurzer Blindsack ab, ebenso die Seitenwände, während sich die beiden vorspringenden Wülste ventral und dorsal vereinigen und ein Lumen begrenzen, das die dreikantige Gestalt zeigt, die B r o w n 1934 abbildet. Durch stärkere seitliche Ausbuchtung wird die Form des Lumens ⊥-förmig, wobei die ventrale Fläche einen leicht vorspringenden Längswulst aufweist (Abb. 1).

Im vorderen Mundröhrenabschnitt sind die Epithelzellen kubisch und tragen nur an der Dorsalfläche Zilien, zwischen denen vereinzelt Schleimbecherzellen eingelagert sind. Die Zellen der lateralen Mundröhrenwände sind stark violett angefärbt und unbewimpert. Zwischen ihnen münden die Drüsengänge von subepithelial gelegenen birnförmigen Schleimdrüsen, die meist zu Paketen von einigen Zellen vereinigt sind, aber soweit zu erkennen war, getrennt ausleiten. Die Zellkörper sind intensiv homo-

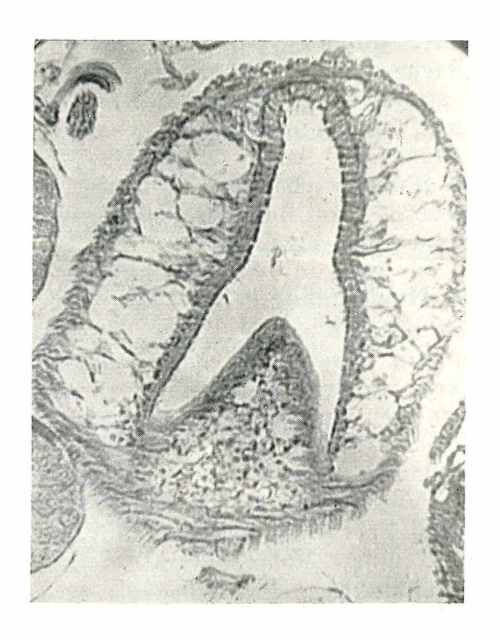


Abb. 1. Querschnitt durch die Mundhöhle von *Philine aperta* L. 480 × vergr.

gen tintenblau angefärbt, also basophil. Diese Drüsen wurden schon von S t e r n e r 1912 als Rüsseldrüsen bezeichnet, bei denen 2—4 Drüsenzellen zu einem Säckchen vereinigt sind. F ö r s t e r 1934 erwähnt sie als subepitheliale Schleimdrüsen, die in der ganzen Mundröhre zu finden sind. Ich möchte sie nach H o f f m a n n 1939 als vordere Mundröhrendrüsen bezeichnen, die auf das Gebiet der lateralen vorderen Mundröhrenwände lokalisiert sind. Interessant ist, daß beide Seitenwände, wo die subepithelialen Drüsen ausmünden, zwei kleine Längsrinnen aufweisen, die durch die besonders starke blauviolette Anfärbung der Zellen auffallen

und scheinbar Leitrinnen für das Schleimsekret der vorderen Mundröhrendrüsen darstellen.

Im hinteren Abschnitt der Mundröhre werden die Epithelzellen höher zylindrisch, sind bläulichgrau tingiert, mit deutlicher Längsstreifung des Zellkörpers, während die kleinen, kugeligen Zellkerne ungefärbt sind und basal liegen. Die distalen Zellflächen sind intensiver gebläut und tragen eine dünne, ungefärbte Kutikula. Das Epithel der Mundröhre ist von drei Polstern — 2 lateralen und einem ventralen — chondroider Zellen umgeben. Diese sind groß, blasenförmig mit randständigem, zart blau tingiertem Plasma, in dem der kleine, kugelige Kern liegt. Zwischen den Zellhäuten findet sich eine lamellöse, homogen hellviolett anfärbbare Zwischensubstanz. Der Aufbau (Abb. 2) dieser Polster deutet auf eine gewisse Stützfunktion hin. Brown hat sie wohl erkannt und bildet sie auch ab, beschreibt sie aber als Netzwerk von Muskelfasern. Zuäußerst findet man noch einen, den ganzen Mundröhrenkomplex umgreifenden Ringfaserzug, dessen Kontraktion die Mundröhre verengt. Durchzogen und gekreuzt wird der Ringzug von zahlreichen Protraktorfasern, die von den lateralen Polstern zur inneren Rüsselhaut führen. Nicht zu finden waren auf meinen Schnitten die Fasern einer inneren Muskelschichte, wie sie Brown auf einem Mundröhrenquerschnitt abbildet.

Pharynx: Am Übergang von der Mundröhre zum Pharynx verstreicht der ventromediane Längswulst und damit auch das unter ihm liegende Lager chondroider Zellen. Das Pharynxlumen erscheint im Querschnitt als senkrechter Spalt, der sich ventral etwas ausbuchtet. Im hinteren Abschnitt wölbt sich schließlich von ventral die Zunge hervor, welche das Pharynxlumen in zwei ventrolaterale Pharynxtaschen teilt. Der Zungenboden ist im fixierten Zustand (d. h. im rückgezogenen Zustand am konservierten Exemplar) etwas eingedellt, und die auf der Radulamembran sitzenden Lateralzähnchen sind von beiden Seiten gegen die Mediane eingeklappt. Dorsal zeigt der Pharynx die typische T-förmige Pharynxleitrinne, die mit Ausnahme der dorsalen Fläche von chondroiden Zellen eingehüllt ist, an deren Außenseite verschiedene Muskelfaserzüge der Pharynxmuskulatur ansetzen. Die chondroiden Zellen sind hier nicht nur von kugeliger, sondern auch mehr langgestreckter Gestalt und in ihrem Zellinneren vollkommen ungefärbt. Zwischen der relativ dicken homogenen Zwischensubstanz ziehen kreuz und quer Muskelfasern. Im Radulastützpolster der Zunge sind die chondroiden Zellen in zwei Gruppen geteilt, die von starken Faserzügen durchzogen sind und ventral durch einen starken Muskelfaserzug miteinander verbunden sind.

Durch ihre Kontraktion wird ein Abspreizen der Radulastützpolster bewirkt und dadurch die Radulabasalmembran gespannt, die Radulazähne weit abgespreizt. Das Epithel der Pharynxwände, das in den Pharynxtaschen zu einem Plattenepithel abflacht, ist auf seiner ganzen Fläche mit einer Kutikula bedeckt.

Im hinteren Pharynxabschnitt, beim Abgang der Radulapapille, treten die chondroiden Zellen immer mehr zurück, an ihre Stelle treten immer stärker die dicken Faserzüge der Pharynx-

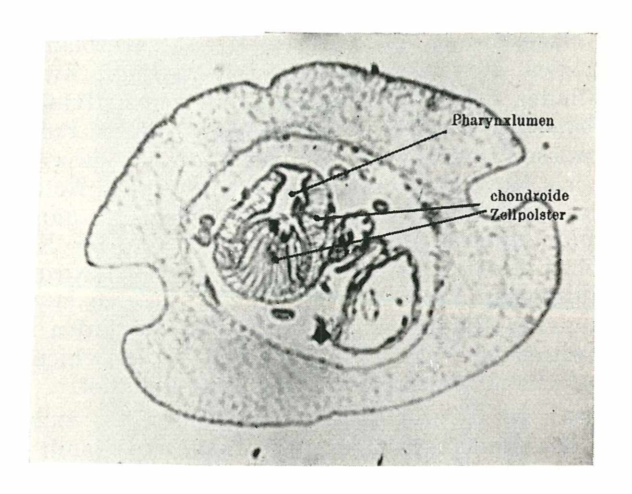


Abb. 2. Querschnitt durch Vorderkörper und Mundröhre von *Philine aperta* L. 60 × vergr.

muskulatur. Die Fasern sind ziemlich dick, röhrig, mit wandständigen Fibrillen und großen, elliptischen, rotviolett färbbaren Kernen.

An Schnitten durch die Radulascheide erkennt man an ihrem distalen Abschnitt die hochzylindrischen Odontoblasten, von denen 7 Zellen im Querschnitt liegen. Die mittlere Zelle ist am größten, aber nur schwach tingiert, der große, kugelige Kern liegt basal. Die seitlich anschließenden Odontoblastenzellen sind intensiv blauviolett angefärbt.

Die Pharynxmuskulatur wurde bereits von *Brown* und *Förster* untersucht und beschrieben. Die äußeren Faserzüge lassen 3 Paar Protraktoren, den Pr. pharyngialis dorsalis, den Pr. ph. lateralis superior und den Pr. ph. lat. inferior unterscheiden. Ihre Insertionsstelle liegt vorne bei der Mundöffnung beim Oralsphinkter. Als Antagonisten wirken 3 Paar Retraktoren, der Retr. ph.

superior, der Retr. ph. inferior und der Retr. ph. ventralis. Etwas komplizierter verläuft die innere Pharynxmuskulatur, die besonders von B r o w n beschrieben wurde. Als U-förmig gebogener, horizontaler Quermuskel umgreift die ventrale Pharynxhälfte der M. transversalis inferior, an den sich nach außen der Musc. transversalis ventralis anschließt, der ebenfalls U-förmig die hintere, ventrale Pharynxhälfte mit der Radulapapille umgreift. Nach vorne verlängert sich dieser als Musc. longitudinalis ventralis. Außerdem führt einerseits nach vorne als Radulaprotraktor der M. dorsoventralis rotellae und nach hinten als Radularetraktor der Musc. long. papillae, der an der Innenseite der Radulascheide ansetzt. Etwas schwer unterscheidbare Muskelfasern durchziehen und verbinden die Radulastützpolster in der Zunge.

Die **Radula** von *Philine aperta* wurde bereits mehrfach beschrieben und abgebildet. Sie ist innerhalb der Gattung Philine die rückgebildetste Form mit der Formel 1.0.1. Die Lateralzähne sind hakenförmig.

Die **Speicheldrüsen** münden als schlauchförmige Blindsäcke in die Seitentaschen der Pharynxleitrinne. Bei meinen Schnitten war die rechte Speicheldrüse länger und dünner als die linke. Nach F ö r s t e r findet man bei *Philine aperta* 2 Drüsenarten im drüsigen Abschnitt der Speicheldrüsen. Nach ihrer Anfärbbarkeit nannte sie der Autor basophile und azidophile, wobei die ersteren mit wabiger und die letzteren mit granulärer Struktur sind. Bei anderen Formen zeigte sich aber, daß es sich mit großer Wahrscheinlichkeit um verschiedene Drüsenzustände ein und derselben Drüsenart handelt (S t. H i l a i r e 1903).

Auch auf meinen Schnitten ließ sich nur eine Zellsorte feststellen. Die Zellen sind ziemlich groß, mit breiter Basalfläche und gegen das Schlauchlumen zu konisch verjüngt. Sie zeigen nur eine basophile Anfärbung, wobei sich die Basisabschnitte der Zellen stärker blau tingieren mit Mallory, während das freie Zellende in ein helles Grau übergeht. Das Plasma zeigt eine wabige Struktur, die großen, kugeligen Kerne liegen stets basal und färben sich intensiv orange. Im Querschnitt eines Schlauches liegen etwa 5—8 Zellen angeschnitten, sie lassen nur ein kleines Lumen frei. Die Ausfuhrgänge besitzen niedere, kubische Epithelzellen, die bewimpert sind, sich blau tingieren, während die kleinen Kerne ungefärbt erscheinen. Der Endabschnitt der Speicheldrüsengänge verläuft im Bindegewebe, das die Nischen der Pharynxleitrinne ausfüllt.

Ösophagus: Sein Abgang ist dorsal von der Pharynxleitrinne, deren Falten in die Ösophaguswand überleiten. Das Lumen ist

durch 2 laterale Längsfalten in eine dorsale und eine ventrale Hälfte geteilt, aber auch die übrige Ösophaguswand ist durch kleine Vorwölbungen gefaltet. Die Epithelzellen sind kubisch bis zylindrisch, ziemlich dicht blauviolett angefärbt, dagegen zeigen die kleineren kugeligen Kerne keine Anfärbung, im vorderen Abschnitt tragen sie eine dünne Kutikula. Die Zellen an den seitlichen Längswülsten sind hochzylindrisch, stark violett angefärbt und tragen Cilien (Leitfalten). Außen ist der Ösophagus von einem kompakten Bindegewebsmantel umhüllt, der Fasern eingelagert zeigt. Im hinteren Abschnitt des Ösophagus, vor dem Übergang in den Kaumagen, greift der Cilienbesatz auf das ganze Ösophagusepithel über (Abb. 3).

Kaumagen: Dieser Abschnitt des Darmkanals wurde bereits mehrfach anatomisch und histologisch untersucht, so von Guiart, am genauesten aber von Brown und Förster. Der vierkantige Querschnitt des Lumens wird durch die drei vorspringenden Kutikularplatten (Kauplatte) und die drei vorspringenden epithelialen Längswülste hervorgerufen. Das Epithel setzt sich aus niederen, kubischen Zellen zusammen, die sich mit

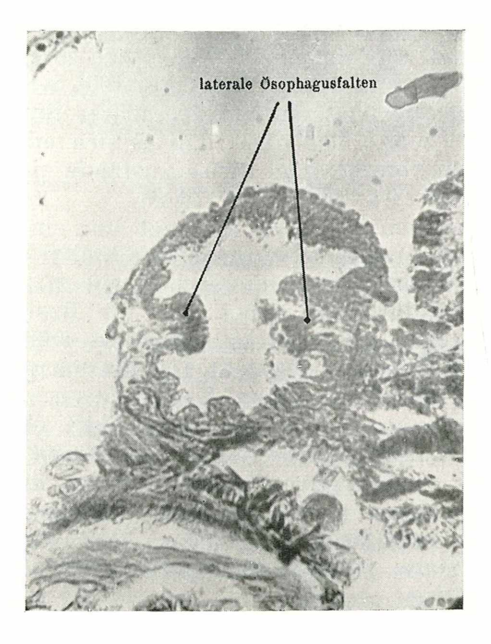


Abb. 3. Querschnitt durch den Ösophagus von *Philine aperta* L. 480 × vergr.

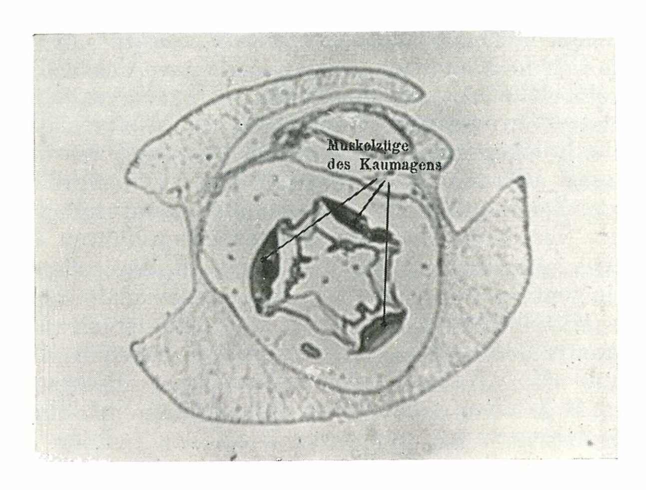


Abb. 4. Querschnitt durch den Mittelkörper und Kaumagen von *Philine aperta* L. 60 × vergr.

Mallory stark blauviolett färben, an der unteren Kante der Kauplatten werden die Zellen ganz flach. Das Epithel ist im ganzen Kaumagenabschnitt mit Kutikula überzogen, die bei den Kauplatten zu einer enormen Dicke anwächst. Die Kutikula zeigt eine homogene hellblaue Anfärbung und zeigt bei starker Vergrößerung eine schwache, parallel zur Epitheloberfläche verlaufende Streifung, die nach Förster auf eine periodische Abscheidung des „kalkig-hornigen" Materials zurückzuführen ist. Senkrechte Linien in Zellbreite, die auf die Abscheidung von den Epithelzellen hinweisen, konnte ich an meinen Schnitten nicht beobachten. Knapp unter der freien Kante der Kauplatten findet sich eine Verdichtung der sonst homogenen Anfärbung, die wie eine Längsröhre aussieht und eine deutliche Ringelung zeigt, was durch stärkere und schwächere Anfärbung hervorgerufen wird. Ähnlich wie bei den Muskelzügen in der Pharynxregion sind die einzelnen Muskelzüge durch mit Mallory stark blau anfärbbare Bindegewebsfasern verbunden, die peripher einen dünnen, nur schwach tingierten plasmatischen Überzug besitzen, in dem die flachen Kerne hintereinander gelagert sind (Abb. 4). Förster bezeichnet sie als „Sehnen", Brown nicht sehr glücklich als „horny layer".

Magen: Das Verbindungsstück zwischen Kaumagen und eigentlichem Magen ist weitlumig und besitzt die gleichen niederen kubischen Epithelzellen wie der Kaumagen, ventral und dorsal

sind die Zellen mit einer dünnen Kutikula bedeckt, die seitlichen Wände sind jedoch bewimpert und zwischen den Epithelzellen sind vereinzelt Schleimbecherzellen eingelagert. Förster konnte letztere in seinen Schnitten im Verbindungsstück nicht finden. Die Bewimperung greift beim Übergang in den eigentlichen Magen auf das ganze Epithel über. Die stark rotviolett angefärbten Zellen sind im Magen mit einem hohen, dichten Cilienbesatz versehen. Von den Seitenwänden führen 5—7 hohe Längswülste, die von schmalen, hohen Epithelzellen gebildet werden, als ventrale Begrenzung in den gemeinsamen Ausführungsgang der Mitteldarmdrüse. Dieses kurze Endstück der Mitteldarmdrüsenausmündung wurde bereits von Bergh anatomisch erkannt und als „Gallenkammer" bezeichnet. Dieses Endstück spaltet sich in je einen rechten und linken Gang auf, die ihrerseits wieder in Seitenzweige, und zwar 5 an der rechten Seite und 4 an der linken Seite, aufspalten. In der Region der Einmündung des unpaaren Endstückes des Mitteldarmdrüsenganges sind zwischen den Epithelzellen auch Schleimbecherzellen eingelagert. Der Übergang von den Mitteldarmdrüsenzellen in die bewimperten Magenzellen erfolgt plötzlich ohne Zwischenformen. Förster und Brown erwähnen die unpaare Einmündung der Mitteldarmdrüse in den Magen; die Angabe Berghs, daß in die „Gallenkammer" mehrere Sammelkanälchen der Mitteldarmdrüse einmünden, wird von ihnen nicht beschrieben. Dagegen zeigen meine Schnitte deutlich die Aufspaltung der beiden Hauptkanäle, womit sich also *Philine* nicht prinzipiell von den anderen untersuchten Cephalaspiden unterscheidet. *Hoffmann* nimmt als ursprünglich 2 primäre Hauptkanäle und Öffnungen an, sekundär dürfte die Aufspaltung der Hauptkanäle entstanden sein, die dann bis fast auf die Einmündung übergreift.

Mitteldarmdrüse: Das umfangreiche, kompakte Organ ist aus zahlreichen ineinander übergehenden Kanälchen zusammengesetzt. Über die Histologie findet man Angaben bei Frenzel 1886 und 1893, Förster u. Brown. Frenzel fand Keulenzellen mit öltropfenartigen, kugeligen Einschlüssen, es sind dies die Fermentzellen, die nach Förster von keulenförmiger Gestalt sind und in ihrem mittleren Abschnitt kugelige Einschlüsse besitzen, die gegen den apikalen Pol sich in feines Sekret auflösen und nach außen gelangen. Daneben fand Frenzel Keulenzellen mit Einschlüssen kugeliger Gestalt, die eine konzentrische und radiäre Streifung besaßen, Hoffmann deutet sie als Xanthinkugeln und bezeichnet diese Zellen als Xanthinocyten, wie es vielfach bei den Eolidiaceen beschrieben wurde. Förster fand ähn-

liche Gebilde, glaubte aber keine Beziehung zu den Angaben Frenzels finden zu können. Frenzel beschreibt noch eine weitere Zellsorte, die er als „Kalkzellen“ bezeichnet (bei Haminea hydatis). Möglicherweise sind es die gleichen Zellen, die auch Förster bei Philine im distalen Ende der Acinis fand und als Regenerationsstadien der Fermentzellen ansah. Hoffmann glaubt, daß die strenge Lokalisation der Zellen dagegen sprechen würde und vermutet in ihnen Speicherzellen.

In unseren Schnitten zeigten die keulenförmig vorspringenden Fermentzellen ein hellviolett tingiertes Plasma, das im mittleren Zellabschnitt dicht von kugelförmigen Einschlüssen erfüllt war. Die Einschlüsse weisen verschiedene Färbungen auf, die alle durch Übergänge miteinander verbunden sind. So findet man eine Farbtönung von Rotviolett über Blauviolett bis Hellblau. Gegen das distale Zellende verschwinden die Einschlüsse, und das Zellumen ist von feiner Granula erfüllt. Im stark rötlich gefärbten basalen Zellabschnitt der Zellen liegt der kugelige bis ovoide große Kern mit einem deutlich erkennbaren Nukleolus. Sehr auffällig sind die „Speicherzellen“, die in den blinden Enden der Acinis liegen. Es sind riesige Zellen von dreieckiger Gestalt im Querschnitt, mit breiter Basis und nach oben zu stark verjüngt. Das Plasma färbte sich mit Mallory ziemlich homogen rotviolett, und nur gegen die Basis zu geht der Farbton in ein stärkeres Blauviolett über. Der große, zentral gelegene Kern ist intensiv orangerot angefärbt. In einzelnen Zellen finden sich im Plasma besonders distal kleine, dunkelblaue Granulakügelchen angehäuft, was auf eine Speicherfunktion dieser Riesenzellen hindeuten würde. Schließlich wären noch die sog. „Xanthinocythen“ zu erwähnen, die sich auf unseren Schnitten fanden. Es waren dies niedere, keulenförmige Zellen, meist nur halb so hoch wie die eigentlichen Fermentzellen, und fast ihr ganzes Zellumen war von einer Vakuole erfüllt, die meist zu traubenförmigen Klumpen liegende Kügelchen enthielt. Sie zeigten aber keine Struktur, Streifung oder Anfärbung und sind hell, stark lichtbrechend.

Darm: Das relative lange Endstück des Verdauungskanals liegt in mehreren Windungen und wurde sowohl anatomisch wie histologisch von Brown und Förster beschrieben. Im Querschnitt zeigt es auf unseren Schnitten ein Lumen, das von 10 bis 15 Längsfalten durchzogen wird, die sich von der Magenwand herleiten und als Leitfalten bezeichnet werden können. Die Zellen unterscheiden sich weder gestaltlich noch in der Färbbarkeit von den Magenzellen, nur sind die Wimpern etwa doppelt so lang. Die becherfömigen Schleimzellen, die Förster schon erwähnt,

sind nur vereinzelt zwischen den Epithelzellen eingestreut. Der Enddarm weist schließlich 8 Längsfalten auf, wobei zwischen 4 hohen Falten je eine niedere zu finden ist. Das Epithel ist aus niederen kubischen Zellen zusammengesetzt und ebenso wie der Mitteldarm von einer zarten Bindegewebsschichte umhüllt, in der in der Anusregion, die sich auf eine kleine Papille öffnet, Ringfasern eingelagert sind und einen Sphinkter bilden.

Aplysia depilans L. juv.

Zur Untersuchung gelangte die Schnittserie eines Exemplars, das am Eingang der Grotta Tuffo-tuffo bei Capo di Sorrento im Golf von Neapel auf *Corallina* in 2 m Tiefe gesammelt wurde. Das Exemplar war juvenil.

Mundöffnung: Über Anatomie und Histologie von *Aplysia* gibt es bereits eine umfangreiche Literatur, die auch teilweise den Darmkanal berücksichtigte. Die älteren Arbeiten von Cuvier 1803, Zuccardi 1891, Mazzarelli 1893 beinhalten fast ausschließlich anatomische Angaben. Histologische Untersuchungen wurden von Enriques 1901, Schaffer 1913, Hörstadius 1933 unternommen, während Eales 1920/21 eine Monographie über Aplysia zusammenstellte.

Mundöffnung: Der vertikale Mundspalt ist ventral offen und zeigt seitliche Einbuchtungen. Das Mundepithel setzt sich aus hochprismatischen Zellen zusammen, deren distales Ende sich etwas verbreitert und dicht mit dicken Wimpern besetzt ist, die an manchen Stellen verklebt erscheinen. Das streifig strukturierte Plasma zeigt eine violette Anfärbung, die sich besonders am distalen Rand zu einem Randstreifen verstärkt. Zwischen den Epithelzellen sind azidophile, rosa gefärbte Schleimbecherzellen eingelagert, deren Auftreten auch von Eales erwähnt wird.

Mundhöhle: Das Lumen zeigt im Querschnitt eine ⊥-Gestalt. Die Mundhöhlenwände sind stark gefaltet, und Eales beschreibt 12—20 Längsfalten, die eine starke Ausdehnung dieser Region erlauben. Die Zellen sind hoch und schmal und sind von einer homogenen, dicken Kutikula überzogen, die fast die Hälfte der Zellhöhe an Dicke erreicht. Schleimbecherzellen finden sich nur verstreut zwischen den Epithelzellen. Unter der dünnen Basalmembran des Epithels liegt eine dünne Schichte faserigen Bindegewebes, das durch seine starke Blaufärbung auffällt. Die Zwischenräume, die durch die Falten der Mundhöhlenwand gebildet werden, sind von kompakten Polstern chondroider Zellen (Abb. 5) erfüllt. Die chondroiden Zellgruppen bilden die Inser-

tionsstellen für die zahlreichen Protacorenfasern, die von der Rüsselhaut an die Mundhöhlenwand herantreten. In der dorsalen und ventralen Hälfte bietet sich auch dem Oralsphinkter Insertionsmöglichkeit, und seine Fasern strahlen in die Zwischensubstanz der chondroiden Zellpolster ein. Eigenartigerweise werden diese sehr auffallenden Zellgruppen, die auch den Radulastützpolster aufbauen, von den Autoren nur in dieser Region, aber nicht in der Mundröhrenregion erwähnt.

Im hinteren Abschnitt der Mundhöhle, am Übergang zum Pharynx, verstreichen die seitlichen Faltungen, die Wand ist glatt

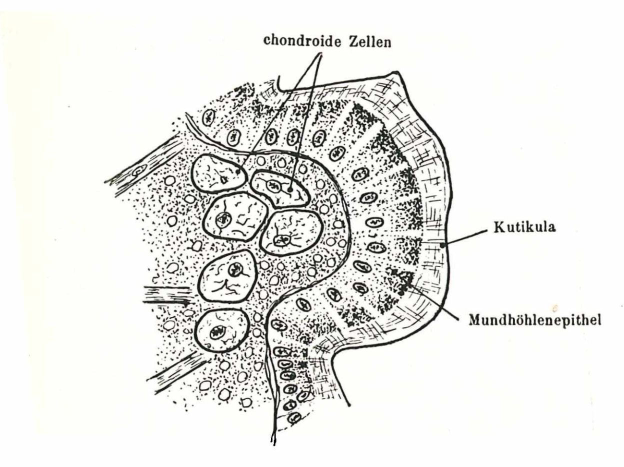


Abb. 5. Querschnitt durch die Mundhöhlenwand von *Aplysia depilans* L., 700 × vergr.

und zeigt nur mehr ventral zwei seitliche Ausbuchtungen als Leitrinnen. Auch die chondroiden Zellen sowie das sie umhüllende kompakte Bindegewebe, das von Fasern durchzogen ist, treten zurück, und die Wände werden nur mehr von den Muskelzügen der Pharynxmuskulatur umhüllt. Am Pharynxeingang erreichen die Epithelzellen eine besondere Höhe und fallen durch ihre starke längsgestreifte Strukturierung auf. Die hohe Kutikula mit unregelmäßiger Oberfläche ist intensiv homogen blau tingiert und in ihr steckt, am Anfang der Kieferplatten, je Zelle ein kutikulares Stiftchen, die in ihrer Gesamtheit die Platten mosaikartig zusammensetzen. Die Stiftchen fallen gegenüber der einheitlichen Kutikula durch ihre orangerötliche Färbung auf, die an der Basisregion besonders stark ist, gegen das freie Ende zu jedoch

verblaßt, was darauf hinweist, daß das Stiftchen an der Schneide dünner, durchsichtiger ist. Die Schneide ist meist gesägt und mit verschieden starken Zähnchen versehen, oft aber auch glatt. Die Kiefersäulchen erreichen schließlich eine beträchtliche Höhe und sind dann mehr als 5mal so hoch als breit. Dadurch, daß die Säulchen in der Kutikula stecken und nur über sie hinwegragen, ist es zu erklären, daß die beiden Kiefer bei der Sektion als zusammenhängende Platte sich abheben lassen. Eales schreibt, daß sie durch ein „semi-cartilaginous" Gewebe verbunden sind, ein Ausdruck, der nicht sehr glücklich ist, da es sich ja nur um die ver-

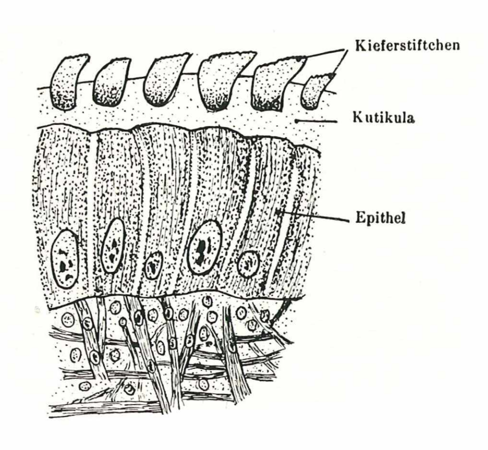


Abb. 6. Querschnitt durch die Mundhöhlenwand von *Aplysia depilans* L. im Bereich der Kiefer., 700 × vergr.

stärkte Kutikula handelt, die einheitlich die ganze Pharynxoberfläche bedeckt, wie es auch MacFarland 1918 bei Dolabella beschreibt (Abb. 6). Die Muskelfasern, welche die Pharynxwand und damit die Kiefer bewegen, setzen direkt an die Basalmembran der Epithelzellen an, und die faserige Struktur findet ihre Fortsetzung in der Längsstreifung der säulchentragenden Epithelzellen.

Pharynx: Das Pharynxlumen erweitert sich in seinem vorderen Abschnitt zu einer flaschenförmigen Gestalt, bis es schließlich durch die Vorwölbung der radulatragenden Zunge ventral in zwei Pharynxtaschen geteilt wird. Die Epithelzellen werden flacher und bilden in den dorsalen und ventralen Abschnitten ein richtiges Plattenepithel, auch die Kutikula ist nur mehr schwach

entwickelt. Dorsal faltet sich im hinteren Pharynxabschnitt die T-förmige Pharynxleitrinne ab, in die seitlich die Speichelgänge einmünden. Das Epithel wird im Dach der dorsalen Leitrinne von kubischen, niederen Zellen gebildet, die einen großen kugeligen Kern besitzen und von einer schwachen Kutikula überzogen sind. An den Seitenwänden sind die Zellen hoch zylindrisch, schlank und mit einer starken, scharf abgesetzten Kutikula.

An den Außenwänden der Pharynxtaschen, die stark gefaltet sind, erscheinen die Epithelzellen stark bauchig erweitert, mit abgerundeten distalen Flächen, sie sind nur basal angefärbt und blassen gegen das freie Ende zu aus. Die Innenwände werden von einem Plattenepithel gebildet, das keine Kutikula erkennen läßt, gegen den Zungenboden nimmt es rasch an Höhe zu, die Zellen, auf denen die Basalmembran der Radula ruht, sind stark rotviolett angefärbt und zeigen eine deutliche Längsstreifung. Es sind jene Zellen, an denen die Faserzüge des Radulastützpolsters ansetzen. Der Radulastützpolster ist in seiner Hauptmasse aus chondroiden Zellen aufgebaut. Es sind dies große, polygonale Zellen mit zart anfärbbarem Plasma erfüllt, das stärker nur an den Zellrändern auftritt, wo auch der kleine, kugelige Kern eingelagert ist. Die Zellen sind durch eine dünne, lamellöse Zwischensubstanz voneinander getrennt. Dazwischen gelagert sind die einstrahlenden Faserzüge der an den paarigen Polstern chondroider Zellen ansetzenden Muskelzüge. Die „Knorpelzellen" von Aplysia wurden bereits von Semper erkannt, genauer histologisch von Schaffer untersucht, und Eales fand sie mehr auf die peripher liegenden Mittelschichten der Zungenpolster beschränkt, während sie bei meinen Schnitten die ganzen Zungenpolster aufbauen. Eine Beschreibung der äußeren Pharynxmuskulatur gab bereits Cuvier, der Pro- und Retraktoren abbildet, die von den Pharynxwänden zur inneren Rüsselhaut führen. Von den inneren Pharynxmuskeln, die den Zungenbulbus bewegen, findet man Angaben bei Mazzarelli, die von Eales zitiert werden. Beide Autoren fanden drei große Muskelgruppen, ein Paar Musc. lateralis anterior, ein Paar Musc. superiores posterior und einen Musc. basalis. An den Schnitten lassen sich noch einige Faserzüge unterscheiden, die am Aufbau des Zungenkomplexes teilhaben. Die beiden Polster chondroider Zellen sind an ihrer Innenseite durch einen Querfaserzug verbunden, den man Musc. transversus inferior nennen könnte. Sowohl an ihrer Vorder- als auch an der Hinterseite sind die Stützpolster von zwei sie umgreifenden Faserzügen verbunden, die Musc. lateralis rotellae. Durch ihre Kontraktion werden in Zusammenwirken mit dem M. transversus die Stützpolster abgespreizt

und wieder geschlossen, dadurch die Radulamembran gespreizt und die Zähne abgestreckt, ähnlich wie es auch *Philine* zeigt. Am Spannen der Radula wirken auch Faserzüge mit, die von der Dorsalkante der beiden Stützpolster an die Basalmembran des Zungenbodenepithels führen, wobei der äußere Diagonalfaserzug ein Spannen bewirkt, der innere dagegen als Antagonist die Radula beim Rückzug einfaltet. Ein starker Faserzug führt außer-

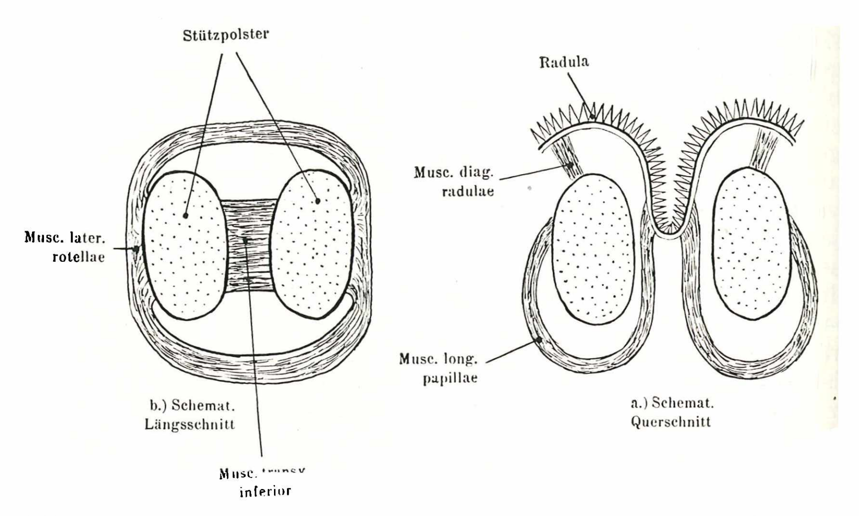


Abb. 7. a.) Schematischer Querschnitt durch den Pharynx von *Aplysia depilans* L. zur Demonstrierung der Zungenbodenmuskeln.

b.) Schematischer Längsschnitt durch den Pharynx von *Aplysia depilans* L. zur Demonstrierung der Zungenbodenmuskeln.

dem noch von der hinteren lateralen Außenseite der Stützpolster nach ventral, wo er sich umschlägt und schräg nach innen an die dort abstehende Radulascheide führt, der Musc. longitudinalis papillae, der ein Rückzieher der Radulascheide ist (Abb. 7).

Eine Eigenart der Aplysia-Arten sind die sog. „Gaumenzähnchen", die am freien Ende der Pharynxleitrinne zu finden sind und ähnlich wie die Kiefersäulchen sich als stabförmige Abscheidungen der Kutikula erweisen.

Radula: Die bei den Anaspideen einheitlich gebaute Radula besitzt bei den Aplysia-Arten die Formel von 15—45 . 1 . 15—45. Die Schneiden der Lateralzähne sind meist reichlich dentikuliert, und die Rhachiszähne besitzen eine dreieckige Grundplatte, die am

Hinterrand eingebuchtet ist. Abbildungen geben Hoffmann und Eales.

Speicheldrüsen: Die Drüsenzellen der lang schlauchförmigen Speicheldrüsen sind breit kubisch und zeigen das gleiche Aussehen, wie es bei *Philine* beschrieben wurde, d. h. es war nur eine Zellart festzustellen, deren Inhalt stark schollige, dunkelblau anfärbbare Granulis waren (basophile). Im Ausfuhrkanal, der in den

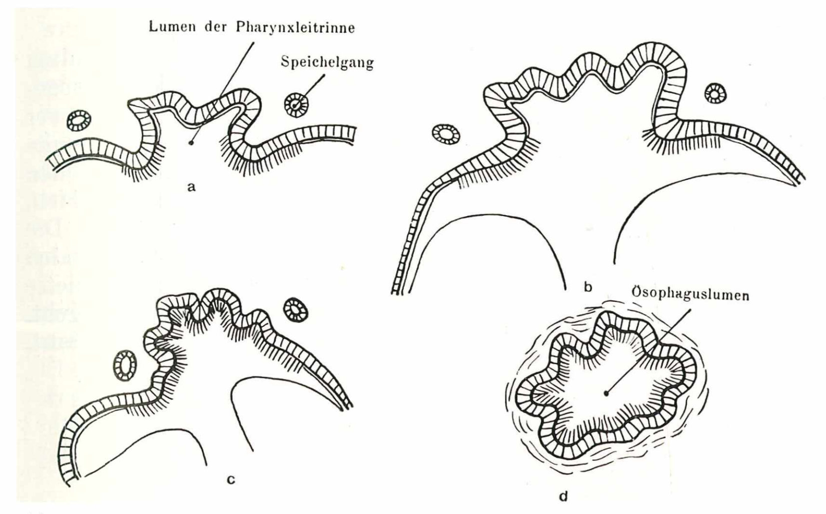


Abb. 8. a—d: Querschnittsserie vom Übergang der Pharynxleitrinne in den Ösophagus von *Aplysia depilans* L., etwa 300 × vergr.

Nischen der Pharynxleitrinne verläuft, werden die Zellen niedriger, zeigen keine Inhaltsstoffe mehr und sind bewimpert.

Osophagus: Am Übergang von der Pharynxleitrinne in den Ösophagus legt sich das dorsale Dach der Leitrinne in mehrere Längsfalten, die in den Ösophagus übergehen und als Leitfalten bezeichnet werden können. Die Bewimperung des Epithels tritt zuerst an den vorspringenden Kanten der Leitrinne auf, um beim Übergang in den eigentlichen Ösophagus auf das ganze ihn auskleidende (Abb. 8) Epithel überzugreifen. Der eigentliche Ösophagus zeigt ein weites Lumen, und seine Wand ist in zahlreiche vorspringende Längsfalten gelegt. Die hochprismatischen Ösophaguszellen sind stark vakuolisiert, bewimpert und haben auf unseren Schnitten entgegen den Angaben, die Eales macht, zahlreiche Schleimbecherzellen eingelagert, die sich in den verschie-

densten Sekretionsstadien befinden. Sie sind besonders an den Spitzen der vorspringenden Längsfalten angehäuft. Beim Übergang in den Kaumagen erweitert sich das Lumen des Ösophagus, und die mit Drüsenzellen angehäuften Längswülste springen wie Zotten in den Hohlraum vor. Die Wimpern an den Epithelzellen verschwinden allmählich und werden von einer zarten Kutikula abgelöst. Der Ösophagus ist von einer dünnen inneren Ringmuskelschichte umhüllt, die sich am Übergang zum Kaumagen etwas verstärkt und der außen noch eine Längsmuskelschichte anliegt.

Kaumagen: Sein Lumen ist weit und geräumig, die Falten und Wülste verstreichen allmählich. Das Epithel trägt die sogenannten Kauplatten, die kutikulare Abscheidungen besonderer Zellbezirke darstellen. An den Stellen, wo Kauplatten abgeschieden werden, setzt sich das Epithel aus hochprismatischen Zellen zusammen, die gemeinsam eine kleine, umgrenzte Schüssel bilden, in der die Kauplatte mit ihrer breiten Basisfläche aufsitzt. Die Zellen, deren kugelige bis ovoide Kerne fast den ganzen basalen Zellraum erfüllen, zeigen in diesem Abschnitt eine rötlichviolette Anfärbung, die gegen das freie Zellende in eine bläuliche übergeht, während die abgeschiedene Kutikula, die den Magenzahn aufbaut,

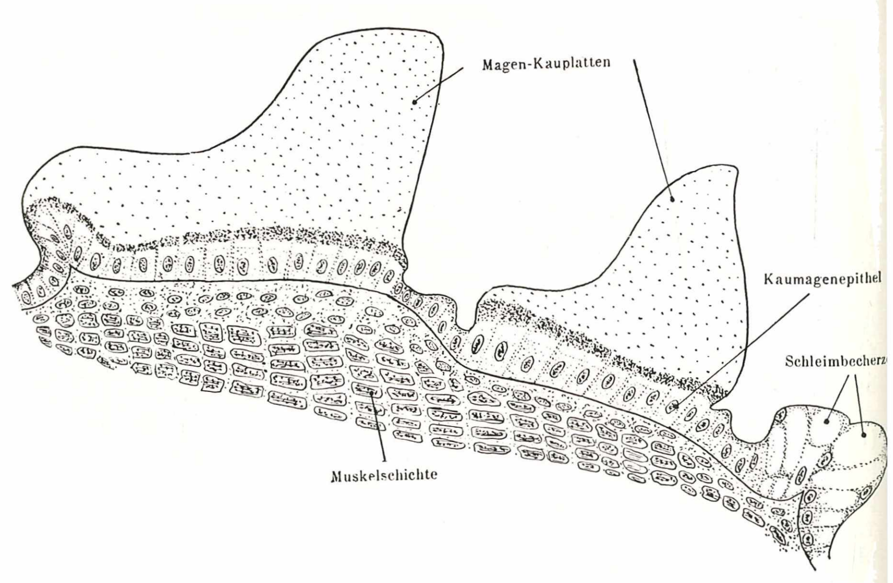


Abb. 9. Querschnitt durch die Wand des Kaumagens von *Aplysia depilans* L., etwa 700 × vergr.

homogen hellblau erscheint. Die Zähne zeigen eine schwache Längsstreifung, was auf eine schichtenweise Abscheidung der Kutikularsubstanz hinweist. Sie sitzen mit ihrer breiten Basis den Bildungszellpolstern auf und zeigen am freien, ins Lumen ragende Ende ein bis drei als gebogene Haken vorspringende Spitzen. Einzelne von ihnen zeigen eine stachelförmige Gestalt, und Mazzarelli nimmt an, daß diese stachelartigen Elemente zusammenrücken und den Kauzahn bilden, wobei Hoffmann mit Recht bezweifelt, wie die bereits gebildeten hornartigen Stacheln miteinander verschmelzen (Abb. 9). Zwischen den Magenplatten besitzt das Epithel wieder zahlreiche Schleimbecherzellen eingelagert, die besonders an kleinen, vorspringenden Wülsten lokalisiert sind. Der Kaumagen ist außen von einer ziemlich starken Muskelschichte umgeben, wobei im vorderen Abschnitt die Ringmuskulatur, im hinteren Abschnitt die Längsmuskulatur überwiegt.

Magen: Nach Verschwinden der Magenplatten ist an der gesamten Oberfläche der Magenwand wieder das Vorspringen von Längswülsten und -falten festzustellen. Die Epithelzellen zeigen zwischen sich zahlreiche Schleimbecherzellen in den verschiedensten Sekretionsstadien. Die Epithelzellen tragen knapp nach dem Übergang vom Kaumagen noch eine dünne Kutikula. Schließlich werden die Zellen flacher, nur an der dorsalen und ventralen Fläche bildet sich ein Längswulst hochzylindrischer Zellen, die bewimpert sind.

Der dorsale Wimpernwulst leitet in den Darm über, der ventrale in den Magenblindsack, das Coecum. An der linken Seite öffnet sich der Magen auch den Ausführungsgang der Mitteldarmdrüse. Der gemeinsame Ausführungsgang spaltet sich aber rasch in zahlreiche Seitengänge auf, welche mit den kleineren Seitengängen in Verbindung stehen (Abb. 10).

Coecum: Der blindsackartige Anhang des Magens von *Aplysia* wurde bereits von Cuvier, Mechel, delle Chiaje beschrieben, histologische Angaben machten Zuccardi, Mazzarelli und Enriques. Das Lumen des Blinddarmes zeigt durch eine von ventral vorspringende Längsfalte eine charakteristische Halbrinne, wobei der obere Abschnitt in den Mitteldarm, der untere in den Magen übergeht. Im hinteren Abschnitt zeigt sich die dorsale Rinne weitlumiger als die ventrale, und am blinden Ende verstreicht die Falte, so daß die beiden Rinnen ineinander übergehen. Die Zellen der dorsalen Rinne sind kubisch bis zylindrisch, mit kleinen, kugeligen Kernen, die mehr zentral gelegen sind, in der ventralen Rinne erreichen die Zellen kaum ein Drittel an Höhe, zeigen aber die gleiche starke blauviolette Anfärbung. Die ganze

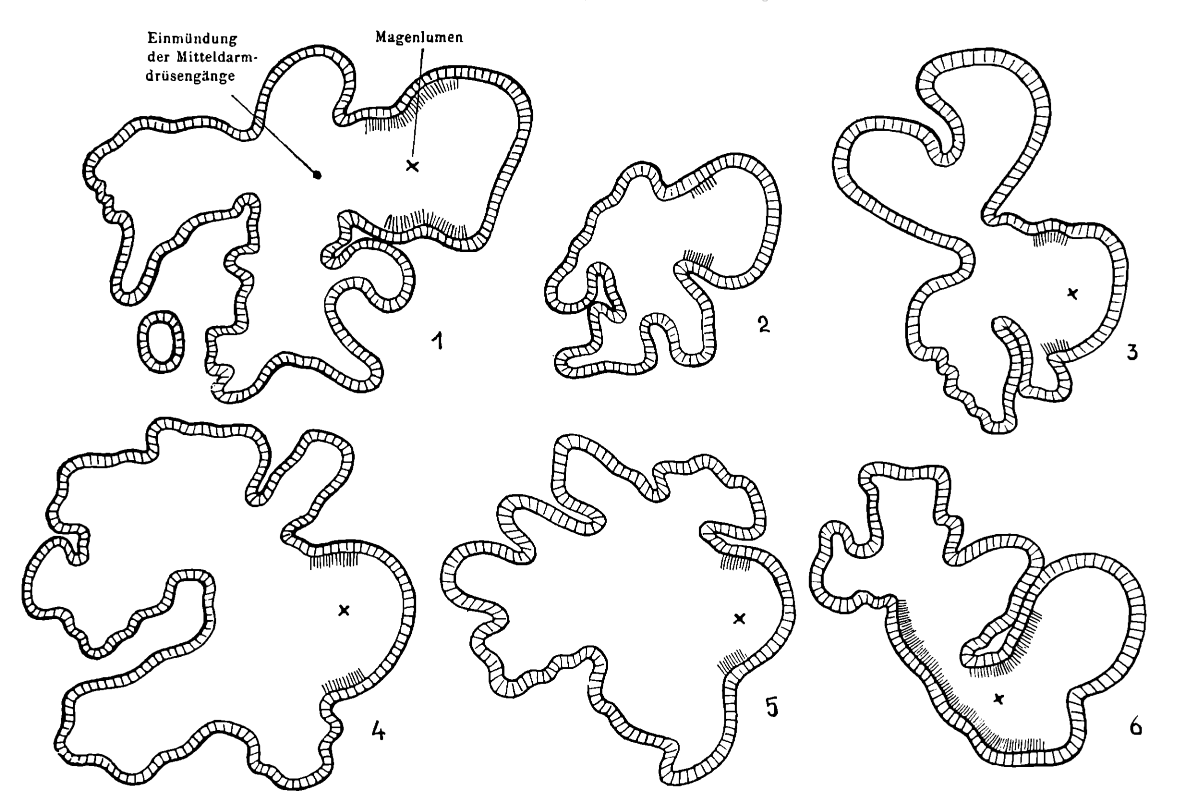


Abb. 10 a (1—6): Querschnittserie durch den Magen und das Coecum von *Aplysia depilans* L., etwa 200 × vergr.

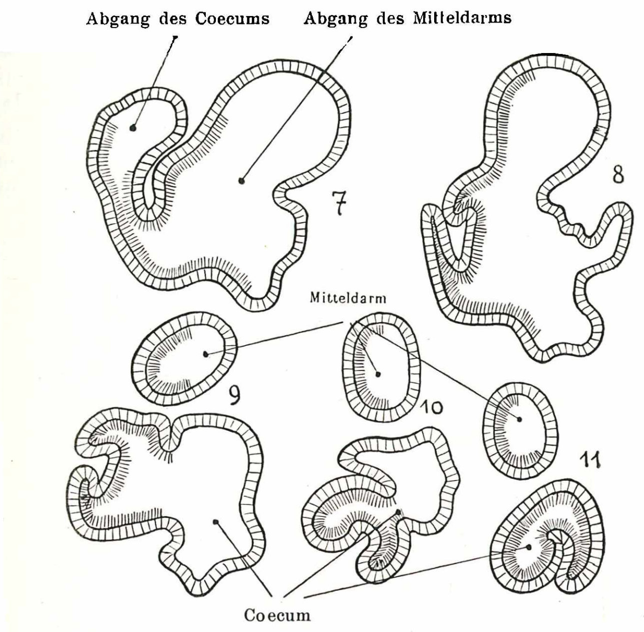


Abb. 10b (7—11): Querschnittsserie durch den Magen und das Coecum von *Aplysia depilans* L., etwa 200 × vergr.

Oberfläche des Coecums ist mit feinen Wimpern bedeckt, und zwischen den Epithelzellen sind Schleimbecherzellen eingelagert, die sich am blinden Ende, besonders dorsal, anhäufen (Abb. 11).

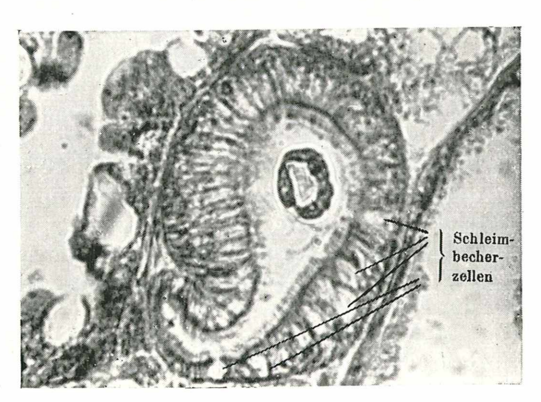


Abb. 11. Querschnitt durch den hinteren Coecumabschnitt von *Aplysia depilans* L., 300 × vergr.

Nach Eales gelangt das Futter, das mit den Verdauungssäften der Mitteldarmdrüse versehen ist, zuerst in die linke, englumigere Hälfte des Coecums, von hier in die rechte, mehr dorsal gelegene Hälfte, deren Wimpern die Partikelchen in den Mitteldarm leitet. Ob im Coecum noch eine Resorption von Nahrung stattfindet, ist fraglich, eher könnte man annehmen, daß hier bereits die Formung und Bildung der Fäces beginnt.

Mitteldarmdrüse: Dieses Organ wurde bei *Aplysia* bereits mehrfach in bezug auf seine Histologie und Physiologie untersucht. Die weitlumigen Ausfuhrgänge, von denen ein linker mit drei von der rechten Seite kommenden Gängen zu einer gemeinsamen Öffnung in den Magen verschmilzt, sind mit einem niederen Flimmerepithel ausgekleidet. Die eigentlichen Drüsengänge lassen dagegen mehrere Zellelemente unterscheiden. So unterschied Frenzel Körner-, Keulen- und Kalkzellen, ähnlich wie bei den Pulmonaten. Enriques, der die histologischen Verhältnisse besonders ausführlich untersuchte, beschreibt 4 Elemente: chlorophyllaufnehmende Zellen, die freie Chlorophyllkörner und Chloroplasten aufnehmen und intrazellulär verdauen sollen, wobei die kugeligen Inhaltskörper von Grün bis Braun alle Übergänge bilden, bis sie sich auflösen. Diese Zellen wären mit den Körnerzellen Frenzels zu vergleichen. Zweitens Zellen, die pigmentierte Tröpfchen beinhalten. Drittens Zellen, die große Tropfen bilden, die aus den Zellen diffundieren, es wären dies die Fermentzellen Frenzels. Und schließlich die Speicherzellen, die mit den Kalkzellen Frenzels verglichen werden können, aber nicht Kalk wie bei den Pulmonaten, sondern Kohlehydrate speichern. Hoffmann ist aber der Ansicht, daß es sich bei all den beschriebenen Zelltypen, außer den Speicherzellen, wahrscheinlich um eine einzige Zellfom handelt, die sich in verschiedenen Funktionsstadien befindet. Deutlich zeigten dies auch besonders genau untersuchte Formen, so Aeolidella bei den Opisthobranchiern (Rousseau 1935) und Helix bei den Pulmonaten (Baecker 1932). Auch hier fand sich kein grundsätzlicher Unterschied zwischen den einzelnen Mitteldarmdrüsenzellen, da sich die sogenannten Fermentzellen auch beim Aufnehmen von geformter Nahrung nachweisen ließen.

Hörstadius stellt nach seinen Untersuchungen an Aplysia die Phagozytose der Fermentzellen in Abrede und glaubt annehmen zu können, daß es sich um durch die Verdauung extrazellulär freigewordene Chlorophyllkörner handelt, die in die Mitteldarmdrüse eindiffundieren, und zwar im gelösten Zustand. Die Körner und kugelförmigen Einschlüsse, die man in den Fermentzellen antrifft, seien demnach nur von der Zelle gebildete Produkte (Fermente?).

um die sich schließlich das eindiffundierte Chlorophyll konzentriert. Auch auf unseren Schnitten zeigen die kugelig vorspringenden, stark anfärbbaren Fermentzellen im basalen Abschnitt mehr schollige Inhaltskörper, die gegen das freie Zellende zu allmählich in feine Granula übergehen. Die Anfärbung mit Mallory zeigt basal eine rötlichblaue Tingierung, die gegen distal in ein Blaugrau übergeht. Daneben finden sich kleinere, kugelige Zellen, deren Inhalt von großen Vakuolen erfüllt, die meist leer, manchmal aber mit feiner Granula versehen sind und als die in bezug ihrer Funktion noch als problematisch aufgefaßten „Speicherzellen" (Hoffmann) zu bezeichnen wären. Die Ausfuhrgänge in den Magen sind mit einem niederen Flimmerepithel ausgekleidet.

Mitteldarm und **Enddarm:** Der in zahlreiche Schlingen gelegte Mitteldarm ist im Querschnitt ziemlich weitlumig, seine Wand ist in leichte Falten gelegt und die Epithelzellen nieder, mit breiter

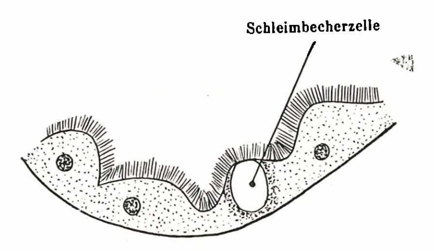


Abb. 12. Querschnitt durch die Wand des Mitteldarmes von *Aplysia depilans* L., 480 × vergr.

Basis und bauchig gegen das Lumen vorspringend. Zellgrenzen sind schwer zu unterscheiden, die Bewimperung ist fein und dicht. Zwischen den Epithelzellen sind einige Schleimbecherzellen eingelagert (Abb. 12). Die dünne Muskularis, welche den Mitteldarm umhüllt, verstärkt sich gegen den Enddarmabschnitt, um beim Anus einen Sphinkter zu bilden. Das Lumen des Enddarmes ist durch zehn hohe, vorspringende Längsfalten, die gegen den Anus zu führen, stark eingeengt. Die Epithelzellen sind nieder, kubisch, und ihre Zellkerne erfüllen fast das ganze Zellumen. Schleimbecherzellen sind spärlich eingelagert, dagegen sind die Epithelzellen mit einem dichten, hohen Flimmerbesatz versehen (Abb. 13).

Thuridilla splendida Bergh.

Das untersuchte Exemplar entstammte einer Probe, die am Eingang der Grotta Tuffo tuffo am Capo di Sorrento (Golf von Neapel) aus 2 m Tiefe entnommen wurde (Starmühlner 1955).

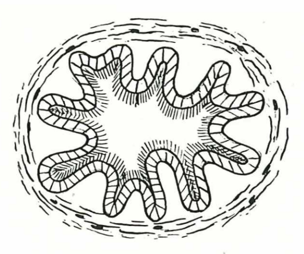


Abb. 13. Querschnitt durch den Enddarm von *Aplysia depilans* L. 200 × vergr.

Über die Mikroanatomie und Histologie von *Thuridilla* findet man in der Literatur nur sehr spärliche Angaben, und diese stammen von Bergh 1870—1892, der das Tier zum ersten Male beschrieb. Über verwandte Formen findet man Angaben bei Bruel 1904 über *Caliphylla mediterranea*, Henneguy 1925 über *Elysia viridis* und Fedele 1926 über die Mitteldarmdrüse der *Ascoglossa*.

Mundöffnung: Die Epithelzellen der spaltförmigen Mundöffnung sind kubisch, mit großen ovoiden Kernen und zart bewimpert. An der dorsalen Fläche der Mundspalte werden sie hochzylindrisch und bilden einen vorspringenden Längswulst. Die zwischen den Epithelzellen einmündenden subepithelial gelegenen

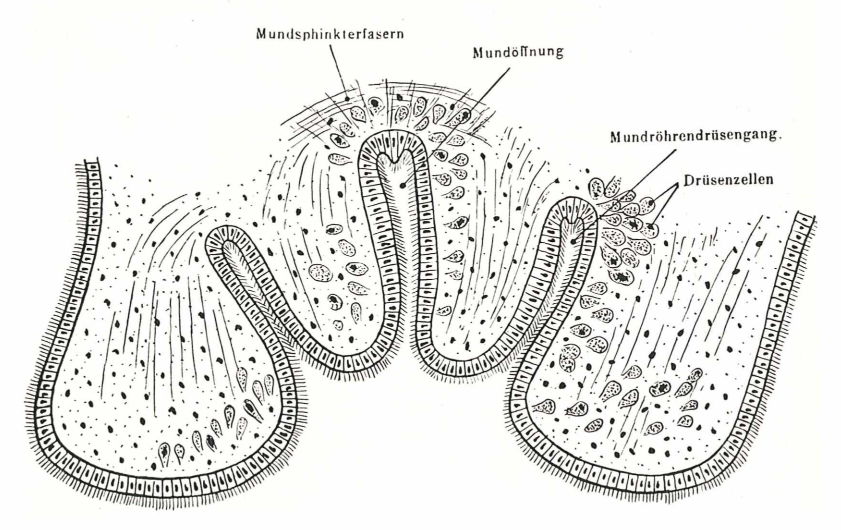


Abb. 14. Querschnitt im Bereich der Mundöffnung von *Thuridilla splendida* Bergh., etwa 200 × vergr.

birnförmigen Schl. z. sind besonders im dorsalen Abschnitt angehäuft, so daß man von Lippendrüsen sprechen kann. Im rückwärtigen Abschnitt der Mundspalte am Übergang zur Mundhöhle finden sich die hellblau tingierten Schleimdrüsen, besonders unter zwei Längsfalten, die sich am Mundspaltendach abgefaltet haben. Die Mundspalte ist von kompaktem Bindegewebe umhüllt, das an der dorsalen Fläche von Ringfasern, die den Mundsphinkter bilden, durchzogen ist (Abb. 14).

Mundhöhle: In die ventrale Hälfte der Mundhöhle mündet der große Drüsenkomplex der Mundröhrendrüsen. B r u e l unterschied zwei große Drüsenpakete bei *Caliphylla*, die mittleren Mundröhrendrüsen und hinteren Mundröhrendrüsen. Die ersteren werden aus kurzen gestielten Drüsenkölbchen gebildet, wobei jedes Kölbchen aus mehreren Zellen besteht. Die letzteren bestehen dagegen aus typisch mukösen Drüsenkölbchen, münden in den Endteil der Mundröhre und können den Pharynx bis zur Hälfte bedecken. Bei *Thuridilla* läßt sich an den Schnitten nur ein einziger großer Komplex feststellen, der mit einem eigenen Gang, der ventral der Mundhöhle verläuft, in die Mundhöhle übergeht. Das Lumen des Drüsen-

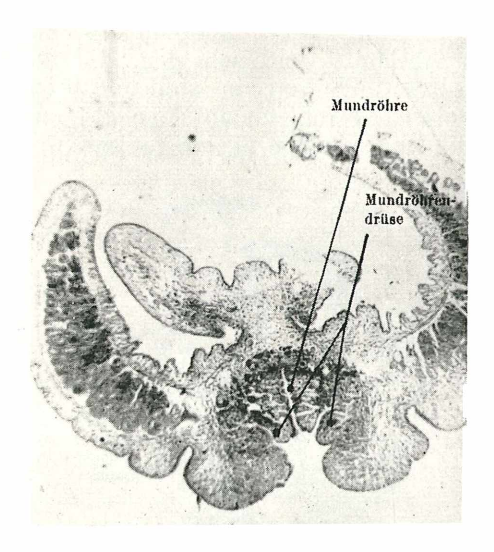


Abb. 15. Querschnitt im Bereich der Mundröhre (Vorderkörper) von *Thuridilla splendida* Bergh., 20 × vergr.

ganges ist in seinem hinteren Abschnitt ziemlich flach, nur an den Seiten etwas ausgebuchtet, hier ist auch kein eigenes Epithel zu unterscheiden. Die Wand wird von den Drüsenkölbchen gebildet, die hier dicht nebeneinander ausmünden. Im vorderen Abschnitt zeigt der Ausfuhrkanal neben einem mittleren Abschnitt noch zwei seitliche Taschen. Er ist hier von niederen Epithelzellen ausgekleidet, die zum größten Teil bewimpert sind, und nur am beiderseitigen Umschlag, von den Seitentaschen in den mittleren Abschnitt, tritt an die Stelle der Wimpern eine dünne Kutikula (Abb. 15). Die beiden Seitentaschen gehen am Beginn der Mundhöhle schließlich gemeinsam mit dem spaltförmigen Lumen der vorderen Mundhöhle in die ventral offene Mundspalte über. Im Gegensatz zu den kolbenförmigen Drüsenzellen der „Lippendrüse", die einzeln zwischen den Epithelzellen ausmünden, bilden die großen Drüsenzellen des Mundröhrendrüsenkomplexes, ähnlich wie es Bruel bei *Caliphylla* beschrieb, gestielte Drüsenkölbchen, wobei jedes Kölbchen aus mehreren Zellen gebildet wird. Die Zellen weisen verschiedene Sekretionsstadien auf; so findet man einerseits bei Malloryfärbung körnige Inhaltskörper mit grellrot-azidophiler Anfärbung und andererseits einen homogenen hellblau-basophil-tingierten Inhalt.

Der vordere Abschnitt der Mundhöhle läßt einen dorsalen und einen ventralen Abschnitt unterscheiden, die durch beiderseits vorspringende Seitenwände getrennt sind und beide seitliche Aussackungen aufweisen. Sowohl im dorsalen als auch im ventralen Abschnitt sind die Epithelzellen nieder kubisch, nur an den beiden

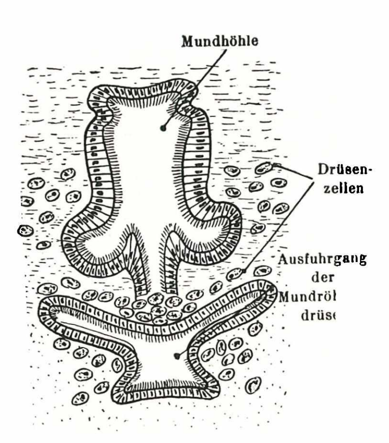


Abb. 16. Querschnitt durch den hinteren Abschnitt der Mundröhre von *Thuridilla splendida* Bergh., etwa 200 × vergr.

vorspringenden Seitenwänden gehen sie in hochzylindrische Zellen über. Die ganze Oberfläche ist bewimpert. Am Übergang von Mundhöhle in den Pharynx trennt sich der ventrale Abschnitt als kurzer Blindsack ab, dessen Lumen in der Mitte durch zwei seitlich vorspringende Längsfalten eingeengt ist (Abb. 16).

Pharynx: Im Querschnitt zeigt sich das enge Lumen spaltförmig, nur gegen die Mitte zu etwas erweitert. Die niederen, kubischen Epithelzellen die stark blauviolett angefärbt erscheinen und großkugelige Kerne beinhalten sind von einer hohen, homogen hellblauen Kutikula überzogen, in der an der basalen Fläche die Radulazähnchen stecken. Im hinteren Pharynxabschnitt faltet sich eine Pharynxleitrinne ab, deren flaches Plattenepithel in der dorsalen Fläche in kubische Epithelzellen übergeht, das zarte Flimmern aufweist. Von der Ventralfläche des vorderen Pharynxlumens geht ventral als flache Rinne der für die *Saccoglossa* charakteristische Sacculus ab, der das Vorderende der Radula umschließt. Er wird von einem zarten Plattenepithel ausgekleidet.

Der Pharynx der *Saccoglossen* ist als Saugorgan ausgebildet und zeigt daher eine sehr starke Muskelausbildung, die auf diese Funktion abgestimmt ist. Äußere Pharynxmuskeln: Der Saugfunktion entsprechend sind vor allem die Ringfaserzüge stark ausgebildet. So umgreift der mächtige Musc. circularis externi die dorsale Hälfte des vorderen Verdauungskanals von der Mundöffnung über die Mundröhre bis zum eigentlichen Pharynx. Im Pharynxabschnitt sind dabei die Ringfaserzüge, ähnlich wie es Bergh bei *Caliphylla* beschrieb, in stärkeren und schwächeren Portionen gelagert, so, daß sie wie „Faßreifen den Pharynx umspannen" (Bergh). Die Pharynx-Pro- und Retraktoren, welche im vorderen Abschnitt die Ringfaserzüge durchtreten und an die vordere und hintere Rüsselhaut führen, bezeichnete Bergh als Musc. retractor dorsalis und etwas seitlich davon als Musc. lateralis superior im dorsalen Abschnitt und als Musc. ventralis und Musc. lateralis inferior und infimus im ventralen Abschnitt. Innere Pharynxmuskeln: Der Musc. circ. externus wird an seiner Innenseite von einer dünnen Schichte eines Musc. longitudinalis dorsalis externus gekreuzt, während die ventrale Hälfte von einer ungleich stärkeren Masse eines Musc. long. ventr. externus begleitet wird.

Der eigentliche, sehr stark entwickelte Radulastützpolster ist von der übrigen Muskulatur durch die Ausbildung einer starken bindegewebigen Hülle abgetrennt, die bei Malloryfärbung durch ihre starke blaue Anfärbung hervortritt. Die Hauptmasse des Stützpolsters wird von dem mächtigen Musculus radialis gebildet, dessen vordere Partie durch einen median dazwischentretenden

Querfaserzug in zwei Flügeln getrennt wird. Die hintere Partie des Muskels zeigt im Querschnitt eine elliptische Form, und die starken, röhrenförmigen Fasern führen von der ventralen Fläche der bindegewebigen Membran an deren dorsalen Abschnitt. Im vorderen Abschnitt des Stützpolsters befindet sich vor dem Musc. radialis, vor und neben dem bereits erwähnten Querfaserzug, ein Musc. dorsoventralis inferior, wie man ihn vielleicht nennen könnte, der in zwei mächtigen Portionen, Radulascheide und Sacculus umgreifend, von der ventrolateralen Fläche der Bindegewebsmembran an die Unterseite des Pharynxbodens führt. Ein Musc. circularis inferior umgreift außerdem in der ventralen Hälfte des Stützpolsters den Sacculus. Die Muskelmasse des Musc. radialis reicht, ähnlich wie es Bergh bei *Cyerce* beschreibt, weit nach hinten in die Region des Ösophagus.

Lippenplatten und Kiefer fehlen *Thuridilla.* Die Radula besteht nur aus einer Zahnreihe, zeigt also die Formel 0 1 0. Ihre Beschreibung hat Bergh gegeben. Der für die Saccoglossen charakteristische Kropf ist auch bei *Thuridilla* ausgebildet und liegt hinter der Radulascheide seitlich vom Pharynx. Er bildet zwei seitliche Säcke mit einem weiten Lumen, das von einem Plattenepithel ausgekleidet ist. Sie münden mit einem kurzen Stiel (Kopfrohr nach Bergh) in den Pharynx.

Die **Speicheldrüsen** sind lang schlauchförmig und von mit Granulas erfüllten Drüsenzellen ausgekleidet, zwischen denen schmale Stützzellen eingestreut sind.

Ösophagus: Nach seinem Abgang vom Pharynxdach bildet er zuerst ein dünnes, kurzes Rohr, das von niederen, kubischen und stark blauviolett anfärbbaren Zellen, die bewimpert sind, ausgekleidet wird. An das Rohr schließt der muskulöse Ösophaguskropf an, dessen hochzylindrische, mit starken, langen Cilien versehene Zellen zahlreiche Schleimbecherzellen dazwischengelagert haben. Außen schließt sich ein dicker Muskelmantel aus drei Lagen von Rings- und Längsfasern an. Die Aufgabe dieses Muskelkropfes mag es wohl sein, die durch die Radula aufgerissenen Pflanzenteile, deren Inhalt durch die Saugwirkung des Pharynx eingesogen wurde, mechanisch aufzuarbeiten, um aus den zerriebenen Zellwänden den Zellsaft und die Chloroplasten hervortreten zu lassen.

Magen: Dieser Abschnitt des Darmkanals schließt unmittelbar an den Ösophagealkropf an und bildet einen quer zur Längsmitte ausgespannten Sack, dessen dorsale Fläche in mehrere ins Lumen vorspringende Längsfalten gelegt ist, welche die Leitrinnen, die in die Wand des Mitteldarmes übergehen, einschließen. Das Magenepithel ist flach und fein bewimpert. Zwischen den Epithelzellen

finden sich wieder Schleimbecherzellen eingelagert, die in den verschiedensten Sekretionsstadien sind. Von der rechten und linken Seite des hinteren Magensackes zweigen schließlich die Mitteldarmdrüsengänge ab, die in engen Windungen und Schleifen die Nebengänge aufnehmen. Nach Abgang der Gänge verläuft der Magensack nur mehr als kurzer Blindsack nach hinten.

Mitteldarmdrüse: Bei den Saccoglossen bleibt die linke und rechte Drüse getrennt und mündet, wie bereits oben erwähnt, auch bei *Thuridilla* mit zwei Gängen in den Magen. Die Drüse selbst ist typisch tubulös gebaut. Die einzelnen Tubulis vereinigen sich zu zahlreichen Nebengängen, die sich weit in die Parapodien verästeln. Diese Nebenäste münden in die Seitengänge, die als vorderer und hinterer Hauptstamm in je einen rechten und linken Hauptausführungsgang übergehen. Der Übergang des flachen Plattenepithels des Magens in die kubischen Zellen der Ausführgänge erfolgt allmählich, indem die Zellhöhe kontinuierlich zunimmt, bis sie ungefähr die Basisbreite der Zellen erreicht. Die Zellen des Ausführungsganges zeigen bereits die gleichen Einschlüsse wie die eigentlichen, aber fast doppelt so großen Drüsenzellen in den Tubulis. An den hochprismatischen Zellen ist bei unseren Schnitten fast keine Zellabgrenzung zu erkennen. Bereits Brüel bei *Hermaea denrilica* und *Caliphylla*, Hemeguy bei *Elysia viridis* fanden nur eine Zellart in der Mitteldarmdrüse vor, die als Fermentzelle bezeichnet wird. Brüel fand diese Zellen nach längerem Hungern frei von Einschlüssen und nur im Plasma einige große, leere Vakuolen. Bei Nahrungsaufnahme zeigten dieselben Zellen eine Aufnahme von Chloroplasten, die phagozytiert und intrazellulär verdaut wurden. Somit wurde bei diesen Zellen nicht nur die Abgabe von Verdauungsfermenten, sondern auch die Aufnahme von Nahrung nachgewiesen, wobei dieser Vorgang von Phagozytose von Hörstadius bei *Hermaea* bestätigt wurde. Auch an unseren Schnitten sind die Zellen von Vakuolen erfüllt, die Kügelchen homogener Färbung beinhalten, die sich aber auch außerhalb der Zellen im Lumen der Gänge vorfinden und als Chloroplasten aus der aufgenommenen Pflanzennahrung anzusehen sind. Auch der Vorgang der intrazellulären Verdauung dieser Chloroplasten ist an den Schnitten schön fixiert dargestellt. Distal liegen die größten Kugeln, noch ähnlich jenen, die frei im Lumen der Gänge zu finden sind. Gegen die Mitte zu nehmen die Kugeln an Größe ab, ihre Färbung geht von Grün in ein Gelbgrün über, um schließlich an der Basis aufgelöst in Granulaform fein verteilt im Plasma zu liegen. Der basal gelegene Zellkern färbt sich mit Mallory leuchtend karminrot und zeigt eine unregelmäßige Gestalt.

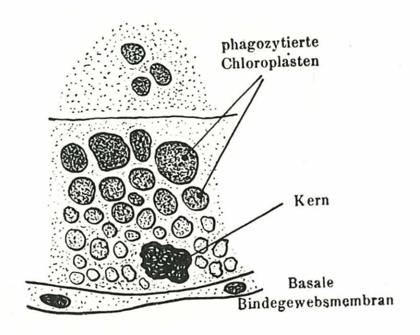


Abb. 17. Mitteldarmdrüsenzellen von *Thuridilla splendida* Bergh., etwa 700 × vergr.

Die von Bruel erwähnten rundlich-ovalen Zellen, wie sie Henneguy auch bei *Elysia* fand und die von Hoffmann als Speicherzellen (ähnlich den Vakuolenzellen der *Aeolidier*) gedeutet werden, fanden sich in unseren *Thuridilla*-Schnitten nicht (Abb. 17).

Mittel- und Enddarm: Nach Abgang vom Magen verstreichen allmählich die dorsalen Falten, die aus dem Magen herüberleiten, dafür wölbt sich von ventral eine Typhlosolisfalte vor, welche das Lumen des Darmes in zwei Hälften teilt. Sein Epithel wird von niederen, kubischen Zellen gebildet, die sich einheitlich blauviolett anfärben und große, kugelige Kerne besitzen. Die Typhlosolis besitzt höhere, mehr prismatische Zellen und weist besonders lange Wimpern auf, die fast doppelt so hoch wie die Zellen

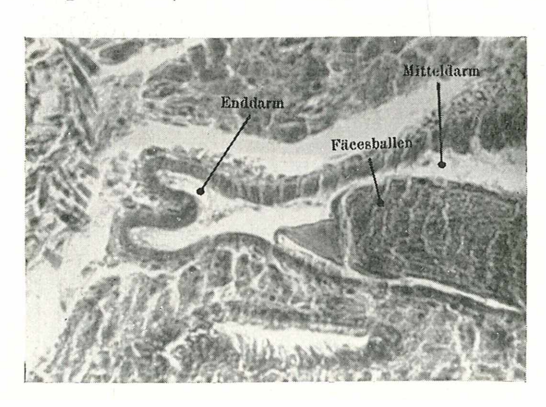


Abb. 18. Längsschnitt durch den Übergang vom Mittel- in den Enddarm von *Thuridilla splendida* Bergh., 220 × vergr.

sind, aber auch das übrige Darmepithel überziehen. Der Enddarm zieht als dünner Schlauch wieder nach kaudal und mündet dorsal mit einer Papille knapp neben der ♀ Genitalpapille. Sein Lumen ist durch zahlreiche, stark vorspringende Längsfalten eingeengt. Auch hier sind die Epithelzellen nieder, kubisch und mit hohen zarten Cilien versehen. Der distale Abschnitt der Zellen zeigt eine stärkere blauviolette Tingierung als der basale Teil, die großen, kugeligen Kerne liegen basal. Sowohl Mittel- als Enddarm sind von einem dünnen Bindegewebs- und Muskelmantel umhüllt, welch letzterer in der Anusregion zu einem Analsphinkter verstärkt ist (Abb. 18).

Limapontia sp.

Das untersuchte Exemplar stammte aus einer Vidalia-Probe aus 14 m Tiefe von der Bucht Leone bei Rovinj, gesammelt im August 1953. Die Art wurde nicht näher bestimmt.

Über *Limapontia* finden sich in der Literatur fast keine histologischen und mikroanatomischen Angaben, wenn man von der sehr kurz gehaltenen Arbeit Pelseneers 1894 absieht, der die kurzen Angaben Vayssiers 1888 richtigstellt.

Mundöffnung: Die kleine, lochförmige Öffnung ist dem Saugmechanismus des typischen Saccoglossen-Pharynx angepaßt. Die Öffnung ist dabei gemeinsam mit der Öffnung des Ausführungsganges des großen, hinteren Mundröhrendrüsenkomplexes. In die darauffolgende kurze Mundhöhle, die man besser als Mundröhre bezeichnet, mündet ein zweiter Drüsenausführgang, der der mittleren Mundröhrendrüsen. Er läuft als flachgedrückter Schlauch mit spaltförmigem Lumen unter Mundröhre und Pharynx weit nach hinten. Seine Epithelzellen sind flach, rosa tingiert und lassen keine Zellgrenzen erkennen. In die Seitenecken des flachgedrückten Schlauches münden beiderseits die großen, birnförmigen Drüsenzellen, die aber zu keinen Drüsenpaketen vereinigt sind, sondern einzeln stehen. Ihr bauchig erweiterter subepithelial gelegener Drüsenabschnitt ist von grober Sekretgranula erfüllt, die eine basophile, tiefdunkelblaue bis violette Anfärbung zeigen. Die orange gefärbten, großen, kugeligen Kerne liegen meist exzentrisch an der Zellwand, der stielförmige Ausfuhrkanal der Zelle mündet zwischen dem Epithel des Ausfuhrganges. Der ganze Zwischenraum zwischen Mundröhre, Pharynx und Fuß ist von dem mächtig entwickelten Drüsenkomplex der hinteren Mundröhrendrüsen erfüllt, die von Bindegewebe und Muskelfasern durchzogen sind. Die großen Drüsenzellen sind in diesem Abschnitt zu Drüsengruppen vereinigt, die jede für sich eine gemeinsame, intensiv blau

anfärbbare, dünne, bindegewebige Tunika aufweisen, welche mehrere Drüsenzellen (3—6) umhüllt. Zwischen dieser Tunika, die flache, platte Kerne zeigt, schiebt sich an verschiedenen Stellen zartes, weitmaschiges Bindegewebe und vereinzelt Muskelfasern. Die riesigen Drüsenzellen in den Paketen zeigen im Schnitt einen blasenförmigen Drüsenteil, der von zart blau tingiertem Sekret erfüllt ist, das ein zartes Netzwerk bildet. An den Drüsenteil schließt sich der schlauchförmige Ausfuhrkanal der Drüse an, der mit den Ausfuhrkanälen der Nachbarzellen in den gemeinsamen

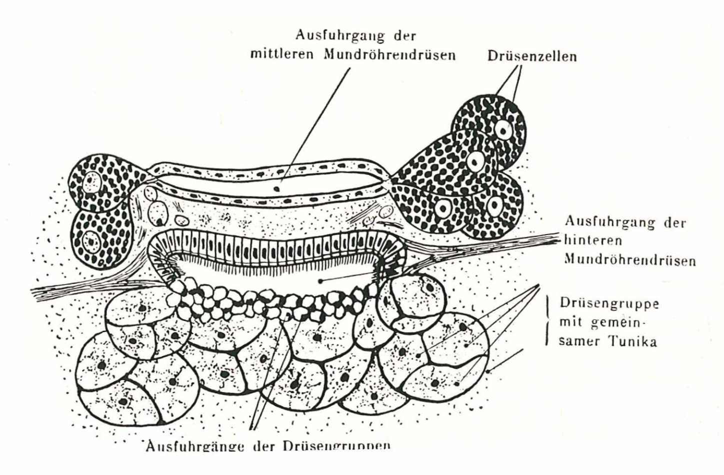


Abb. 19. Querschnitt durch die Ausfuhrgänge der Mundröhrendrüsen von *Limapontia* sp., etwa 300 × vergr.

Ausfuhrgang mündet Die Zellkerne dieser Drüsenzellen sind klein und stets wandständig. Der gemeinsame Ausfuhrgang dieses Drüsenkomplexes liegt im Querschnitt unter dem Gang der mittleren Mundröhrendrüsen. Er weist nur dorsal ein stark violett anfärbbares hochprismatisches Epithel auf, das einen starken Besatz feiner Cilien zeigt, während die ventrale Fläche des Ganges von den dicht nebeneinander stehenden Ausfuhrkanälen der Drüsenzellenpakete gebildet wird (Abb. 13).

Mundhöhle: Der bereits erwähnte röhrenförmige, kurze Mundhöhlenabschnitt ist von einem dünnen Plattenepithel ausgekleidet, das eine stark blau anfärbbare Kutikula trägt.

Pharynx: Ähnlich wie bei Thuridilla ist fast das ganze röhrenförmige Pharynxlumen vom stark muskulösen Zungenpolster erfüllt, der Radulascheide und Ascus umhüllt. Das sehr dünne

Pharynxepithel läßt keine Zellgrenzen erkennen, und nur an den Stellen, wo die dunklen, plattenförmigen Kerne liegen ist das hellgrau angefärbte Plasma etwas verdickt. Die Pharynxleitrinne bildet nur ein dünnes Rohr ohne eine besondere Rinnenbildung und geht einfach in den Ösophagus über.

Pharynxmuskulatur: Äußere Muskulatur: Von der Mundöffnung und Mundröhre greift der starke Musc. circularis externis ringförmig über und umhüllt Dach und Seitenwände des Pharynx. Die Faserzüge liegen dabei in einzelnen Portionen, die durch bindegewebige Membranen, die sich homogen dunkelbraun bis blau anfärben, getrennt sind. Unter den Seitenwänden des Pharynxrohres liegen Zellpolster chondroider Zellen. Es sind rundovale bis polygonale große Zellen, die durch eine homogene Interzellularsubstanz getrennt sind, welche ein weitverzweigtes Maschenwerk bildet. Die Zellen zeigen in ihrem Innern ein feines Netzwerk zarter Fäden und ihre winzigen Kerne liegen wandständig. In diese Zellpolster strahlen an beiden Seiten die Fasern des Musc. circularis ein. Durch diesen Muskel treten auch die Fasern des Musc. retractor und protractor dorsalis sowie des Musc. lateralis superior, Faserzüge, welche Vor- und Rückziehen des ganzen Bulbus bewirken. Im hinteren Abschnitt führen an der ventrolateralen Fläche des Bulbus als Musc. retractor ventralis und lateralis inferior ins Bindegewebe der Rüsselhaut. Innere Muskulatur: Der vorderste Abschnitt des Radulastützpolsters ist von einer dichten Anhäufung chondroider Zellen erfüllt, von denen ein paariger Musc. longitudinalis ventralis nach hinten führt, um im Bindegewebe des Fußes auszulaufen. Er bewirkt wohl ein Vorziehen des Zungenpolsters und damit der Radula (Radulaprotraktor). Als Antagonist zu diesem Zug könnte man den paarigen Musc. long. lateralis bezeichnen, der von der lateralen Hinterseite der Radulascheide nach hinten führt (Radularetraktor). Die große Masse des Zungenpolsters wird aber auch bei *Limapontia* vom mächtigen Musc. radialis gebildet, der im vorderen Abschnitt durch das „Lager" chondroider Zellen in zwei seitliche Flügel getrennt ist, im hinteren Abschnitt aber eine einheitliche, im Querschnitt länglich ovoide Form zeigt. Das ganze Muskelpaket ist von einer stark dunkelblau angefärbten bindegewebigen Haut umhüllt. Die im Querschnitt dorsoventral laufenden dicken, röhrenförmigen Fasern setzen dabei am Innenrand dieser bindegewebigen Haut an, die hier eine dünne, schwarze Membran erkennen läßt. An den seitlichen Ecken des Muskelpolsters sieht man, daß diese bindegewebige Außenhaut direkt in die Fasern übergeht und die Färbung dabei allmählich von Blau in Rot umschlägt (Abb. 20 u. 21).

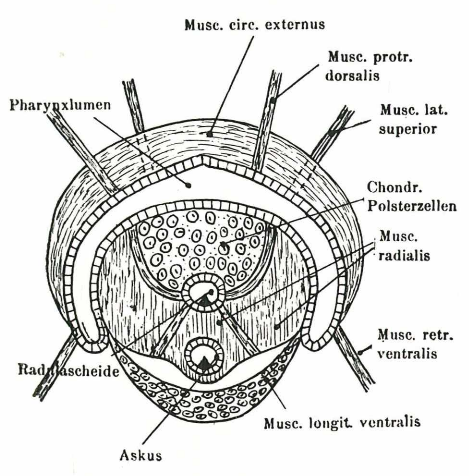


Abb. 20. Schematischer Querschnitt durch den Pharyngealbulbus von *Limapontia* sp.

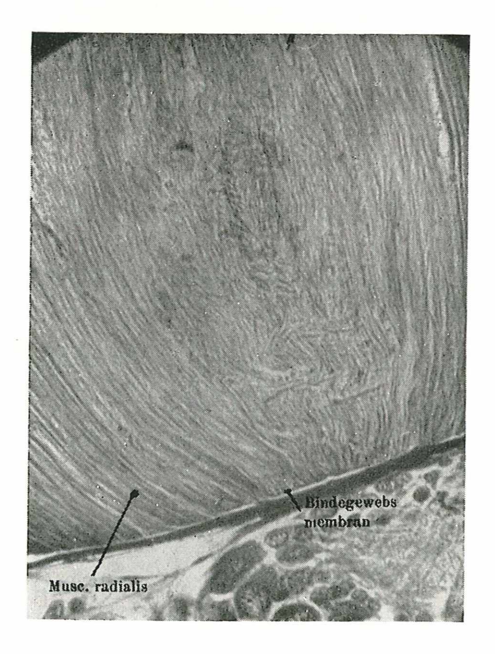


Abb. 21. Querschnitt durch den Musc. radialis von *Limapontia* sp., 750 × vergr.

Speicheldrüsen: Sie führen als zwei lange Schläuche beiderseits des Ösophagus. Ihr hinterer, breiter, bandförmiger Abschnitt ist nur aus Drüsenzellen aufgebaut. Diese Zellen sind an der Basis breiter und verschmälern sich gegen das freie Ende zu. Im Querschnitt liegen 5—6 Zellen und lassen nur ein kleines, röhrenförmiges Lumen frei. Sie sind prall gefüllt mit braunrot gefärbten Sekretgranulis, die an der Zelloberfläche ins Lumen übertreten und teilweise auch hier zu finden sind. Die kugeligen roten Kerne liegen zentral und sind nur schwer unter den Sekretkörnchen zu finden. Zwischen den Drüsenzellen finden sich noch schmale Stützzellen mit verbreitertem freiem Ende, das bewimpert ist. Diese Zellen sind schwach blau angefärbt (Abb. 22). Gegen den Aus-

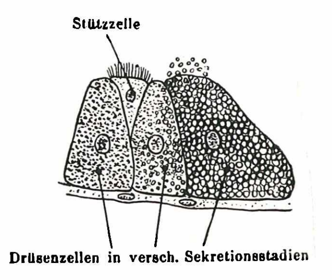


Abb. 22. Zellen aus der Speicheldrüse von *Limapontia* sp. in verschiedenen Sekretionsstadien, etwa 700 × vergr.

fuhrkanal zu gehen die hohen Drüsenzellen allmählich in niedere Zellen über, die sich mehr bläulich anfärben. Schließlich verschwinden auch diese Zellen, und die Wand wird von einem niederen Plattenepithel gebildet, das keine Zellgrenzen erkennen läßt und deren kugelige Kerne fast das ganze Zellumen erfüllen.

Ösophagus: Die Wand ist in zahlreiche vorspringende Längsfalten gelegt. Das schwach bläulich angefärbte Epithel läßt keine Zellgrenzen erkennen, es besitzt zentral gelegene, ellipsoide Kerne und einen dichten Wimperbesatz. Schleimbecherzellen in den verschiedensten Sekretionsstadien finden sich im Epithel eingelagert, und ihre Sekretfäden durchziehen oft das ganze Lumen. Auffällig ist der starke Muskelmantel, den der Ösophagus besitzt. Unter dem Epithel liegt eine dünne, häutige Bindegewebsschichte, auf die nun 4 Muskellagen folgen: eine innere Längsfaserschichte, eine innere, besonders stark ausgebildete Ringfaserschichte, eine äußere Längsfaserschichte und eine abschließende äußere Ringfaserschichte. Im Mittelteil des Ösophagusverlaufes spaltet sich ein

blind endigender Divertikel ab, den man nach Lage und Aufbau mit dem muskulösen Kropf der übrigen *Saccoglossen* vergleichen kann. Das Lumen ist durch stark vorspringende Längsfalten eingeengt, und erst im hinteren Abschnitt des Divertikels erweitert es sich. Die kubisch bis zylindrischen Epithelzellen zeigen eine starke violette Anfärbung mit Mallory, wobei die Färbbarkeit von der Basis zum freien Ende zunimmt, distal am Ursprung der feinen, dichtstehenden Wimpern ist ein deutlicher Randstreifen ausgebildet. Die ovoiden Kerne liegen basal und zeigen fast keine Anfärbung. Die Schleimbecherzellen sind nur im vorderen Divertikelabschnitt gehäuft anzutreffen. Je weiter man die Schnitte nach hinten verfolgt, um so seltener werden sie, um im hintersten Blindsack gänzlich zu fehlen. In diesem Abschnitt wird auch das Epithel allmählich niedriger, ist nur mehr schwach gefaltet, und die Zellen sind etwa doppelt so breit wie hoch. Der Cilienbesatz ist immer noch dicht, aber auch ihre Höhe hat abgenommen. Der Muskelmantel besteht im hinteren Abschnitt nur mehr aus Ringfasern in mehreren Lagen, zwischen denen nur vereinzelt Längsfasern eingestreut sind. Das Lumen des Ösophagusdivertikels ist von feiner, ungefärbter Granula dicht erfüllt, zwischen der stark lichtbrechende gelbbräunliche Kügelchen liegen, wie man sie in den Mitteldarmdrüsenzellen finden kann.

Im hinteren Ösophagusabschnitt, der als dünnes Rohr neben dem Divertikel verläuft, wird das Epithel immer flacher, um schließlich als Plattenepithel in vielen Falten die Ösophaguswand zu bilden. Fast doppelt so hoch wie die Zellen sind die dichtstehenden Wimpern, die das Epithel überziehen. Schleimbecherzellen sind nur im Anfang noch zu finden. Mit abnehmender Höhe des Epithels verschwinden sie allmählich. Auch hier ist der Muskelmantel sehr stark ausgebildet und besteht aus 4—5 Lagen von Ringfaserzügen, wogegen die Längsfaserzüge stark zurücktreten. Diese starke Ausbildung der Muskulatur ist wieder mit der Saugfunktion des ganzen Vorderarmes von Limapontia zu erklären.

Magen: Beim Übergang in den Magen der quer im Körper liegt und in welchen der Ösophagus von ventral einmündet, verstreicht der Muskelmantel bis auf eine dünne Faserlage, die Zellen werden wieder etwas höher, kubisch, und zwischen den Epithel-Zellen treten wieder vereinzelt Schleimbecherzellen auf, die aber auf diese Region beschränkt bleiben. Sie liegen zwischen besonders großen, hellblau angefärbten Zellen, deren kugelige Kerne fast das ganze Zellumen ausfüllen. Unvermittelt schließen an diese Zellen, die unbewimpert sind, die niederen Zellen des Magenepithels an. Der Magen von *Limapontia* zeigt in den vorderen

Querschnitten ein verkehrt dreieckiges Lumen, das durch 21 bis 23 vorspringende hohe Längsfalten unterteilt ist (Abb. 23). Diese Falten nehmen von ventral nach dorsal an Höhe zu, wobei eine hohe und eine niedere Falte abwechseln. Die ventrale Fläche des Magens zeigt fast keine Faltung, die Seitenwände und das Dach die stärkste Faltung. Sie verstreichen im mittleren Abschnitt des Magens gegen die Einmündung der 4 Mitteldarmdrüsenhaupt-

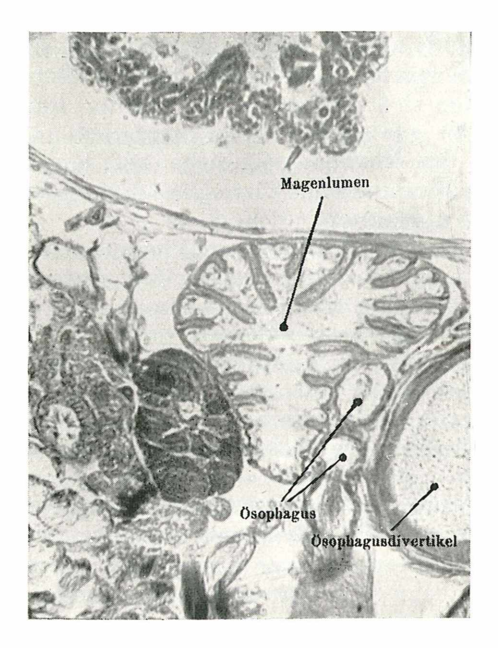


Abb. 23. Querschnitt durch den Magen von *Limapontia* sp., 300 × vergr.

gänge. Das Magenepithel ist flach, intensiv rotviolett angefärbt und von einem dichten Wimperbesatz überzogen, der fast doppelt so hoch ist als die Zellen. Ebenso wie im hinteren Ösophagusabschnitt sind Zellgrenzen im Epithel schwer zu erkennen, so daß es fast einen syncytialen Eindruck macht. Die Kerne sind flach, langgestreckt und schwach angefärbt. Im Magenlumen finden sich, ähnlich wie im Ösophagusdivertikel, zahlreiche bräunlichgelbe Kügelchen, die stark lichtbrechend sind. Außen ist der Magen von einer dünnen, schwach bläulich angefärbten Bindegewebsmembran umhüllt.

Mitteldarmdrüse: Wie es für die *Saccoglossen* charakteristisch ist, zeigt sie auch bei *Limapontia* einen röhrig verzweigten Aufbau, worauf schon Pelseneer hingewiesen hat, der damit die Angabe Vayssiers widerlegte, der angab, daß jene Drüse eine kompakte Masse bildet. Die Tubulis durchsetzen den ganzen Körper, von der Kopfregion bis in die Spitze des Hinterfußes, und reichen in einzelnen verzweigten Röhren bis unter die Körperepidermis. Die beiden Hälften der Mitteldarmdrüse münden mit 4 Öffnungen in den quergestellten Magenraum ein. Je eine Öffnung findet sich lateral links und rechts, sie führen in 2 Hauptstämme, die sich nach kurzem Verlauf wieder in je 2 Nebenstämme aufspalten, von denen sich je einer in den Vorder- und Hinterkörper gabelt, um wieder zahlreiche Neben- und Seitenäste abzugeben. Die Hinterwand des Magens setzt sich außerdem in 2 Öffnungen in 2 rückwärtige Hauptstämme fort, die sich ihrerseits wieder nach links und rechts aufspalten.

Schon bei schwacher Vergrößerung lassen sich die Einschlüsse in den Mitteldarmdrüsenzellen durch ihre Anfärbbarkeit unterscheiden. So findet man Röhrenquerschnitte, deren Zellen dicht von intensiv blau angefärbten Kugeln erfüllt sind, daneben aber auch Tubulis, deren Zellen grünliche und bräunliche Kugeln enthalten, sowie aber auch Zellen, bei denen diese Einschlüsse alle Farbübergänge von Grünlichbraun bis Blau aufweisen. In den kleinen Verästelungen der Mitteldarmdrüse, die unter der Haut liegen, finden sich dagegen in den Zellen nur winzige, braungrüne, stark lichtbrechende Granulas, gleich denen, die im Lumen von Ösophagusdivertikel und Magen zu finden waren.

Bei stärkerer Vergrößerung lassen sich an den Mitteldarmdrüsenzellen nur schwer Zellgrenzen unterscheiden, da die Zellen ganz prall mit den Kugeln erfüllt sind, wo es nicht so stark der Fall ist, sieht man, daß die Zellen von hoher zylindrischer Gestalt sind, die großen, kugelförmigen Kerne mit deutlichem Nukleolus liegen stets basal und färben sich mit Mallory intensiv orange, das Plasma dagegen blaßviolett. Bei den kugelförmigen Einschlüssen scheint es sich, wie bei *Thuridilla*, um Chloroplasten zu handeln, die phagozytär von den Fermentzellen aufgenommen wurden, ähnlich wie es Hörstadius für *Hermaea* nachwies. Die blau angefärbten Kügelchen liegen ausschließlich in den Zellen der mehr in der Körpermitte gelegenen Gänge. Die größten finden sich in der basalen Region, während sie gegen das freie Zellende zu kleiner werden.

In den weiten Verbindungsgängen und Ausfuhrgängen überwiegen in den Zellen gelbgrün gefärbte Kügelchen, neben

denen man aber Kügelchen erkennt, die alle Farbübergänge bis Blau aufweisen.

Neben den Fermentzellen finden sich aber noch vereinzelt Zellen, die große Vakuolen beinhalten, stets in Gruppen beisammenliegen, und an manchen Schnitten sieht man die Vakuolen in geplatztem Zustand, indem sie sich in das Lumen des Drüsenrohres vorwölben und aus ihrem Innern bräunlichgelbe, stark lichtbrechende Granula austreten.

Der Übergang von den Ausführungsgängen der Mitteldarmdrüse in den Magen ist plötzlich; die hohen, mit Granula erfüllten Drüsenzellen schließen sich unvermittelt an das flache, bewimperte Magenepithel an.

Mittel- und **Enddarm:** Der Abgang des Mitteldarmes liegt unmittelbar neben der Ösophaguseinmündung an der rechten Seite des querliegenden Magens. Er zieht als dünnes Rohr schräg nach vorne zur rechten Vorderseite des Körpers, um etwa in der Region des Cerebralganglions rechts auf einer Papille neben der Geschlechtsöffnung mit dem Anus auszumünden. Diese Feststellung steht damit im Widerspruch zu den bisherigen Angaben, vor allem Vayssieres, der die Anusöffnung als ± posterior gelegen angab. Das Lumen des Mittel- und Enddarmes ist durch mehrere Längsfalten in Leitrinnen geteilt. Das Epithel unterscheidet sich nicht von dem des Magens, es ist flach, Zellgrenzen sind nicht zu unterscheiden, und die Anfärbbarkeit geht von einem zarten Rosa an der Basis zu einem intensiven Rotviolett am distalen Abschnitt über, der außerdem einen dichten, hohen Cilienbesatz trägt.

Außen ist der Darm von faserigem Bindegewebe und Längsfaserzügen umhüllt, zu denen in der Anusregion noch ein kräftiger Sphinkter aus Ringmuskeln kommt.

Polycera quadrilineata Cuv.

Die in Schnittpräparaten untersuchten Exemplare entstammten Proben vom *Corallina*-Grund in etwa 30 m Tiefe bei Rovinj.

Mundöffnung: Der Darmtrakt beginnt als ventraler Spalt, der sich gemeinsam mit dem Ausführungsgang einer Fußdrüse öffnet. Die Epithelzellen, die vom Fußepithel übergehen, sind hochzylindrisch, nur sehr schwach angefärbt, und ihre kleinen ellipsoiden Kerne liegen basal. Ihre Oberfläche ist von wenigen, aber sehr langen Wimpern bedeckt. Zwischen den Epithelzellen sind ziemlich zahlreich Schleimbecherzellen eingelagert.

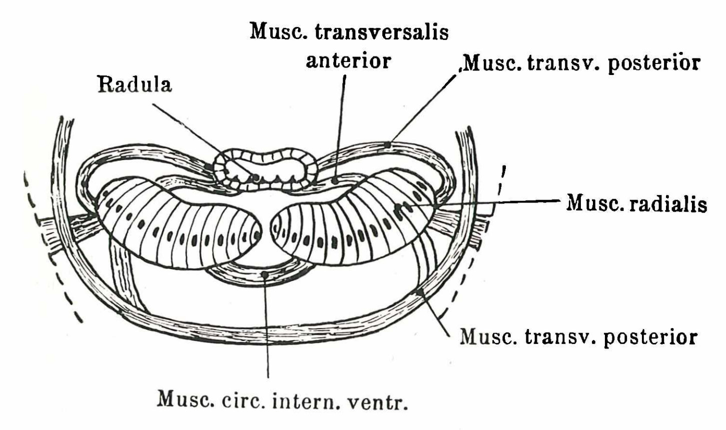
Mundhöhle: Nach dem Übergang von der Mundspalte bildet die Mundhöhle ein länglich-spaltförmiges Lumen, das an den bei-

den Lateralwänden Aussackungen bekommt, so daß das Lumen im Querschnitt +-förmig erscheint. Im hinteren Abschnitt, wo die Mundhöhlenwände von den Kieferplatten bedeckt werden, weitet sich das Lumen sackförmig aus, an der Ventralseite bildet sich eine Leitrinne von verkehrt ⊥-förmiger Gestalt. Das hohe Zylinderepithel der Mundspalte geht allmählich in ein niederes, kubisches Epithel über, das sich ziemlich stark violett anfärbt und dessen ovoide Kerne fast das ganze Zellumen erfüllen. Der Cilienbesatz wird allmählich immer schwächer, um schließlich etwa in der Mitte der Mundhöhle von einer Kutikula abgelöst zu werden, die schließlich besonders im ventralen Abschnitt eine besondere Dicke erreicht. Dieser starke Kutikularbelag, der sich dunkelblau anfärbt, hebt sich in der Mitte der Seitenwände der Mundhöhle flügelförmig ab und zeigt mit seinen Spitzen in das Lumen der Höhle. Wir haben es hier nach Hoffmann nicht mit typischen Kiefern zu tun, da die Kutikularplatte mit der übrigen Kutikula, die als dünner Belag auch die dorsale Hälfte der Mundhöhle lückenlos auskleidet, in Verbindung steht, und Hoffmann bezeichnet diese Platten einfach als Lippenbewaffnung.

Pharynx: Der muskulöse Abschnitt des Vorderdarmes zeigt anfänglich den gleichen Querschnitt wie die Mundhöhle, nur daß sich von dorsal die T-förmige Pharynxleitrinne abhebt. Die Lippenbewaffnung verstreicht allmählich, und von ventral wölbt sich der Muskelpolster der Zunge (Radulastützpolster) hervor, der das Pharynxlumen in die üblichen lateralen Pharynxtaschen teilt, während auf der Medianfläche die Basalmembran der Radula aufliegt. Pharynxmuskulatur: Äußere Muskulatur: Mundöffnung und Mundhöhle zeigen nur eine sehr schwache Muskelhülle; so ist ein Musc. circularis externus nur in wenigen Ringfasern zu erkennen, welche die Mundspalte und -höhle dorsal umgreifen. Auch die Musc. protractor und retractor dorsalis und ventralis, die als feine Fasern den Musc. circularis kreuzen, sind ziemlich schwach ausgebildet. Dagegen weist die innere Muskulatur besonders starke Faserzüge auf. Die Hauptmasse des Zungenpolsters wird von zwei massigen Stützpolstern der Musc. radialis gebildet, die als zwei Längsplatten beiderseits der Radulascheide die Unterlage für die Radula bilden, aber auch den übrigen Muskelfasern Ansatz bieten. Ihre Faserzüge sind von einer bindegewebigen Membran umhüllt; die Fasern sind dick, röhrig, mit wandständigen Fibrillen und zentral gelegenen großen, ellipsoiden Kernen. Die einzelnen Fasern sind durch besonders dicke Zellwände voneinander getrennt, die fast den Eindruck machen, als ob zwischen den Fasern eine lamellöse Interzellularsubstanz, ähnlich wie bei den chondroiden Zellen

im Radulastützpolster vieler Mollusken, liegen würde. Die einzelnen Fasern sind fast dreimal so dick wie die Muskelfasern des übrigen Pharyngealapparates, in die sie aber an den Randgebieten durch die bindegewebige Membran übergehen.

An die beiden Polster des paarigen Musc. radialis setzen folgende Faserzüge an: ventral umhüllt den ganzen Pharyngealbulbus ein dicker Musc. circularis externus ventralis, der von der dorsolateralen Außenseite des einen Stützpolsters zu der gegenüberliegenden Fläche führt, indem er den Bulbus ventral umgreift, aber auch an der Hinterseite die beiden Stützpolster löffelförmig umschließt, während die Radulascheide über der Faserlage liegt (Abb. 24). Nach innen schließt sich ein Musc. circularis internus



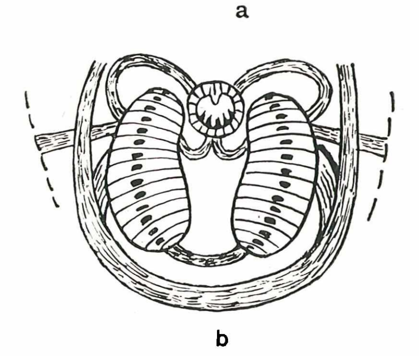


Abb. 24. Schematische Darstellung der wichtigsten Muskelfaserzüge im Pharynxbulbus von *Polycera quadrilineata* Cuv.:
a) in der Raspelphase; b) in der Ruhephase

ventralis an, der die beiden ventralen Kanten der Stützpolster miteinander verbindet. Die beiden Faserzüge bewirken durch ihre Kontraktion ein Auseinanderklappen der plattenförmigen Stützpolster, die dadurch mit ihren Innenseiten an den Pharynxboden gepreßt werden und so ein Widerlager für die abgespreizten Radulazähne bei ihrer Raspelbewegung abgeben. Die Vor- und Rückwärtsbewegung der Radula wird einerseits durch einen Musc. longitudinalis inferior gebildet, der von der Ventralseite der Radulascheide längs nach ventral entlangläuft, um in das Bindegewebe des Fußes einzustrahlen; seine Kontraktion bewirkt einen Rückzug der Radula. Als Antagonisten dazu könnte man einen paarigen Musc. transvers. anterior bezeichnen, der von beiden Seiten von der dorsolateralen Innenfläche der Stützpolster an die ventrale Fläche des Pharynxbodens führt und dessen Kontraktion den Pharynxboden mit der darauf liegenden Radula über die Vorderkanten der Stützpolster ziehen muß. Der paarige Musc. transvers. posterior dagegen, der von den lateralen Außenflächen der Stützpolster schräg nach dorsal an die Seitenwände der Pharynxtaschen und dann übergreifend zur Radulascheide führt, müßte durch seine Kontraktion ein Spannen der ventralen Pharynxfläche und damit der Basalmembran der Radula bewirken. Dadurch werden die auf den abgespreizten Stützpolstern aufliegenden und deren Vorderkanten gezogenen Zähnchen der Radula ebenfalls abgespreizt und beraspeln eine weit größere Fläche des Untergrundes, als es der Breite der Radula entspricht.

Die Arbeitsweise der Muskelzüge wäre demnach kurz folgende: 1. Vorziehen des Pharynxbulbus durch Kontraktion der äußeren Protraktoren. 2. Vorziehen der Radula durch Kontraktion des als Radulaprotraktor wirkenden Musc. transv. anterior, gleichzeitig Abspreizen der Stützpolster durch die Musc. circularis externus und internus ventralis, die Radula gleitet über die Knickkante der Stützpolster und wird außerdem durch die Kontraktion des Musc. transv. posterior gespannt. 3. Rückziehen der Radula durch den starken Musc. longitudinalis inferior, der dadurch als Radularetraktor wirkt, Erschlaffen der übrigen Muskel des Zungenapparates, dadurch Zusammenklappen der beiden Stützpolster, welche die ventrale Pharynxfläche und Radula als Rinne zwischen sich einfalten; die von den Zähnen abgeschabte Nahrung gelangt in die Pharynxleitrinne. 4. Rückziehen des ganzen Bulbus durch Kontraktion der äußeren Retraktorfasern und Schließen des Mundes durch Kontraktion des Musc. circularis externus.

Pharynxhöhle und Pharynxleitrinne sind bis auf die ventrale Fläche, wo die Radula liegt, mit Flimmerepithel ausgekleidet, in

das besonders in der Leitrinne zahlreiche Schleimbecherzellen eingelagert sind. In der Radulascheide sind an den Schnitten im unteren Blindsack die Odontoblasten schön zu sehen (Abb. 25). Es sind große, weit ins Lumen vorspringende Zellen, die sich blaßviolett anfärben und deren kugelige orange gefärbte Kerne einen deutlichen roten Nukleolus zeigen. Im Querschnitt liegen 6 bis 8 Odontoblasten, denen als kutikulare Abscheidung die in Bildung begriffene Basalmembran mit den Zähnen aufliegt, wobei letztere

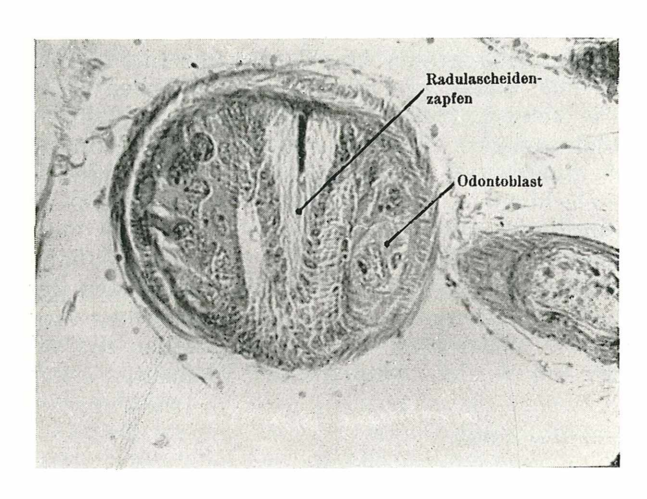


Abb. 25. Querschnitt durch den hinteren Abschnitt der Radulascheide von *Polycera quadrilineata* Cuv., 200 × vergr.

in diesem Abschnitt noch eine hellblaue Anfärbung zeigen. Mit ihrem freien Ende ragen die Zähne in einen ins Lumen der Radulascheide hereinragenden Zapfen kleiner, schwach gefärbter Zellen, die die freien Kanten der Zellen umhüllen. Bei weiter oberhalb gelegenen Schnitten treten die Odontoblasten zurück und werden von hochzylindrischen Zellen abgelöst. An den Seitenwänden der Scheide erreichen die Zellen eine besondere Höhe und zeigen eine deutliche Längsstreifung im Plasma. Basalmembran und Radulazähne zeigen in ihrer Anfärbung, je weiter man die Schnitte zum Pharynxlumen betrachtet, einen Übergang von Blau zu Rot, bis sie im Pharynxlumen nur mehr rot gefärbt sind.

Radula: Sie wurde bereits von Alder u. Hancock 1845/55 beschrieben und abgebildet. Ihre Formel lautet 4.2.0.2.4. Die 2 Lateralzähne sind hakenförmig, mit glatter, einfacher Schneide.

Die 4 Pleuralzähne, die nach außen an Höhe abnehmen, sind länglich mit einem medianen, spitzen Haken.

Speicheldrüsen: Sie verlaufen als einfache Drüsenkanälchen beiderseits des Ösophagus und münden von seitlich in die Pharynxleitrinne ein. Ihre kubischen Drüsenzellen, welche die Wand auskleiden, sind bewimpert, und ihr Zellumen ist von dichter, mit Mallory dunkelblau (basophil) anfärbbarer Granulation erfüllt. Die kugeligen Kerne liegen basal.

Ösophagus: Seine Wand ist an Querschnitten in zahlreiche Falten gelegt, das Lumen ist breiter als hoch, und vor der Einmündung in den Magenraum wird der Querschnitt fast quadratisch (Abb. 38). Seine Wand wird von schmalen, hohen Zylinderzellen gebildet, die bewimpert sind und zahlreiche Schleimbecherzellen zwischen sich gelagert haben, deren Sekret das Lumen als feines Fadenwerk durchzieht. Unter dem Ösophagusepithel liegt eine Längsmuskelschichte, der sich zartes Bindegewebe mit eingelagerten Ringfasern anschließt.

Magen: Er füllt als langgestreckter Sack den Mittelteil des von der Mitteldarmdrüse und den peripher liegenden des von den Genitaldrüsen gebildeten Eingeweidekomplexes. Er läßt sich besonders an den zahlreichen Einmündungsstellen der Mitteldarmdrüsengänge nur an den histologischen Elementen erkennen. Ins-

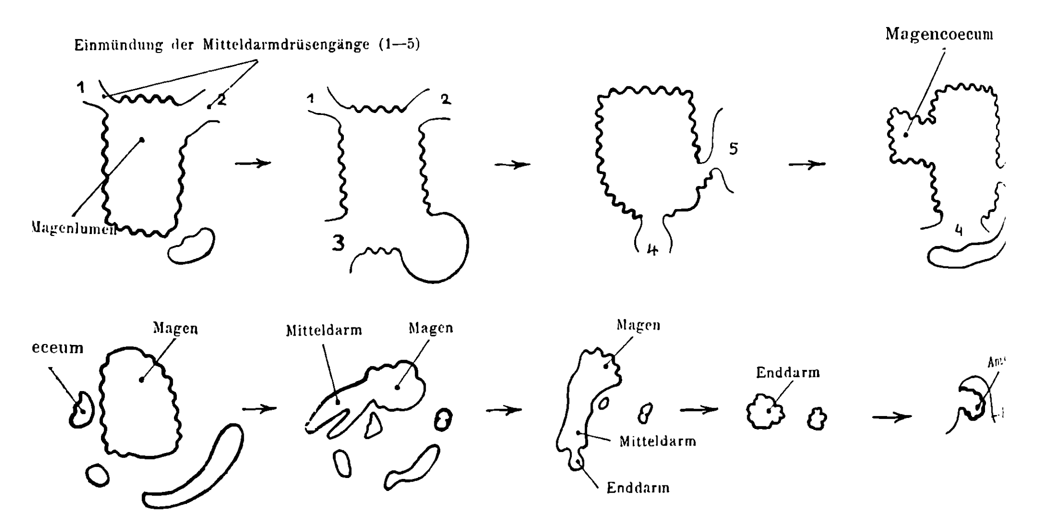


Abb. 26. Schematische Querschnitte durch den Magen, Coecum, Mittel- und Enddarm von *Polycera quadrilineata* Cuv. 1—5: Einmündung der Mitteldarmdrüsengänge.

gesamt ließen sich 7 Einmündungen aus der Mitteldarmdrüse erkennen. Zwei kommen von vorne und bilden die Ausgänge von 4 weitlumigen Gängen. In der Region der Ösophaguseinmündung findet man von vorne nach hinten noch weitere 5 Öffnungen: Zwei dorsallaterale, eine ventrale, die von rechts heranführt, und etwas dahinter noch zwei ventrale Öffnungen von beiden Seiten (Abb. 26). Die Magenwand ist in zahlreiche hohe Falten gelegt, und seine Epithelzellen fallen durch ihre starke violette Anfärbung auf, die sich besonders an der distalen Randzone verstärkt, wo die hohen und dicht stehenden Wimpern ansetzen. Der basale Abschnitt der Zellen geht in eine mehr rötliche Anfärbung über, und hier liegt auch der große kugelige Kern. Am Übergang zu den Mitteldarmdrüsenzellen am Eingang der einzelnen Kanäle ist eine Anhäufung von Schleimbecherzellen, die sich in den verschiedensten Sekretstadien befinden. Das Magenlumen ist erfüllt von bläulich angefärbten Sekretgranulis.

An der rechten Seite des an seiner Hinterseite blind endigenden Magens geht knapp vor dem seitlichen Abgang des Mitteldarmes noch ein kleines Magencoecum ab, dessen Wandung die gleichen Falten und die gleichen Zellen wie der Magen zeigt. Im hinteren Abschnitt erreichen die Zellen eine ziemliche Höhe und haben zahlreiche Schleimbecherzellen zwischen sich gelagert.

Mitteldarmdrüse: In den Drüsengängen lassen sich zwei Zellsorten unterscheiden: 1. Hohe, keulenförmige Zellen, die stark lichtbrechende, bräunliche Granulakörner enthalten und als Fermentzellen bezeichnet werden können, und 2. etwas kleinere, mehr prismatische Zellen, deren distaler Abschnitt sich ziemlich gleichmäßig graublau anfärbt, während das mittlere Zellumen meist von einer großen Vakuole, die entweder leer oder mit kugelförmigen, meist grünlichen Inhaltskörpern erfüllt ist. Ob diese „Vakuolenzellen“ eigene Zellelemente sind oder nur verschiedene Funktionsstadien der Fermentzellen, kann an unseren Schnitten nicht entschieden werden. Auffällig sind auch noch vereinzelte große, kugelförmige Zooxanthellen, die sich ab und zu in den „Vakuolenzellen“, aber auch außerhalb vorfinden.

Mittel- und **Enddarm** gehen dorsolateral hinter dem Coecum von der rechten Magenwand ab, sie zeigen beim Abgang ein zweigeteiltes Lumen, das erst im Enddarmabschnitt einheitlich wird (Abb. 26). Dieses führt nach ventral, umgreift hier den Eingeweidekomplex und wendet sich an der linken Seite wieder nach dorsal, um inmitten der kranzförmigen Kieme dorsomedian auf einer Papille nach außen zu münden. Beim Abgang vom Magen ist der Darm von einer relativ dicken Ringmuskelschichte umgeben, die

hier wohl als Pylorus aufzufassen ist und im weiteren Darmlauf verstreicht; erst in der Region des Anus wird die Ringmuskelschichte als Analsphinkter wieder stärker. Das Lumen des Enddarmes ist durch zahlreiche Längsfalten verengt, die beim Anus schließlich in vier Falten übergehen. Die Epithelzellen des Mitteldarmes unterscheiden sich kaum von denen des Magens, nur haben sie zahlreiche Schleimbecherzellen zwischengelagert. Im Enddarm werden die Zellen niederer, kubisch und sind zarter angefärbt. In der Anuspapille münden zahlreiche subepithelial gelegene, birnförmige Drüsenzellen in den Enddarm, der von dieser Rektaldrüse förmlich eingehüllt wird.

Idulia (Doto) coronata Loven.

Die in Schnittpräparaten untersuchten Exemplare wurden in etwa 2 m Tiefe am Eingang der Grotta Tuffo-tuffo am Capo di Sorrento gesammelt.

Angaben über den Bau des Darmkanals von Idulia sind in der Literatur recht zerstreut zu finden, so bei Bergh 1888, der eine allgemeine Topographie gab, Hecht 1895, Dreyer 1913 und Brygider 1914, welch letztere beide die verschiedenen Drüsenkomplexe in der Mundhöhlen-, Pharynxregion ausführlich beschrieben, sowie Odhner 1936.

Die spaltförmige **Mundöffnung** mündet gleichzeitig mit den Ausfuhrgängen der Mundröhren- und Fußdrüsen. Erst knapp danach, am Beginn der eigentlichen Mundhöhle, beginnen sich die

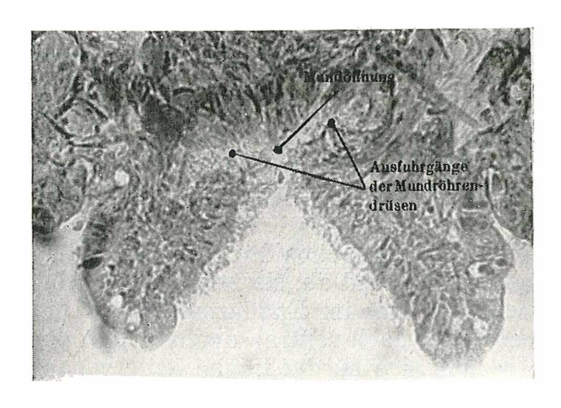


Abb. 27. Querschnitt durch die Mundöffnung von *Idulia (Doto) coronata* Loven., 200 × vergr.

einzelnen Drüsenausfuhrgänge abzusondern (Abb. 27). Die Mundhöhle ist relativ kurz und durch mehrere von dorsal hervorspringende Falten unterteilt. In ihrem ventralen Abschnitt öffnet sie sich noch ein kurzes Stück in die Ausfuhrgänge der Mundröhrendrüsen. Bereits Dreyer aber besonders Brygider, gaben ausführliche anatomische und histologische Beschreibungen dieser bei *Idulia* besonders stark entwickelten Drüsenkomplexe. So bilden die sogenannten mittleren Mundröhrendrüsen (auch sekundäre Speicheldrüsen genannt) zwei geräumige Drüsensäcke, von denen jeder einen eigenen Ausführungsgang besitzt, die übereinander parallel nach vorne laufen. Der ventral gelegene, sogenannte röhrenförmige Ausfuhrgang besitzt nur eine Zellsorte, seine Epithelzellen sind hochprismatisch, mit kugeligem Kern, bewimpert und azidophil färbbar. Der dorsal verlaufende, eng anliegende sogenannte rinnenförmige Ausfuhrgang zeigt dagegen zwei Zellsorten: 1. Drüsenzellen, die mit breiter Basis aufsitzen und sich nach oben zu verjüngen und ein vakuolisiertes, intensiv anfärbbares Plasma zeigen, sowie 2. Stützzellen, die stäbchenförmig dazwischengelagert und bewimpert sind. Beide Ausfuhrgänge sind von einer gemeinsamen Bindegewebsmembran umhüllt (Abb. 28). Daneben werden noch sogenannte Pharyngealdrüsen angegeben, kleine, sackförmige Drüsenbläschen, deren Wand von einer Tunica propria überzogen, von einem einschichtigen Epithel hochzylindrischer Drüsenzellen gebildet wird, wobei man in der Mehrzahl basophil anfärbbare Zellen von azidophil anfärbbaren Zellen unterscheiden kann. Zwischen den Drüsenzellen sind meist nicht leicht zu erkennende, stäbchenförmige, bewimperte Stützzellen eingestreut. Die Pharyngealdrüsen münden in einen Ausfuhrkanal, dessen niedere bewimperte Zellen keine Zellgrenzen erkennen lassen. Die Pharyngealdrüsen umhüllen auf unseren Schnitten den gesamten lateralen Zwischenraum von Pharyngealbulbus und Rüsselhaut.

Pharynx: Das niedere, kubische Mundhöhlenepithel, das bewimpert ist, wird am Übergang in die Pharyngealhöhle von einer leicht ins Lumen vorspringenden Kutikula bedeckt welche als Kieferrudiment zu deuten ist. Das spaltförmige Pharynxlumen zeigt dorsal die typische Leitrinne, die erst beim Übergang gegen den Ösophagus wieder verstreicht. Sein Epithel besteht an den Seitenwänden aus stark anfärbbaren, kubischen Flimmerzellen, während es an der Ventralfläche und an der Dorsalfläche in ein Plattenepithel übergeht. Ventral bildet dieses eine halbkugelförmig eingedellte Rinne, in der die Radula liegt. Die Pharynxmuskulatur läßt an den Schnitten nur wenige Faserzüge erkennen:

Als äußere Muskulatur kann man den Musc. circularis externus bezeichnen, der Mundspalte, Mundhöhle und Pharynxdach umgreift und von mehreren Faserzügen gekreuzt wird, die als Pro- und Retraktoren des ganzen Pharynxbulbus von der dorsolateralen Pharynxwand zur Rüsselhaut führen. Die innere Muskulatur, welche den Zungenbulbus bildet, ist durch die mächtige Ausbildung des als Stützpolster zu bezeichnenden Musc. radialis gekennzeichnet. Dieser im Querschnitt schüsselförmige Muskel ist wieder von starken, röhrenförmigen Muskelzellen zusammengesetzt, die, dicht nebeneinander gelagert, dorsoventral führen und an einer gemeinsamen Bindegewebsmembran, welche den ganzen Muskel umkleidet, ansetzen. An diesen Stützpolster setzen einige Faserzüge an, die als Pro- und Retraktoren sowie als Spanner der Radulamembran anzusehen sind. Sie führen von den dorsalen Kanten des Stützpolsters an die Außenseite der ventralen Pharynxwände sowie der Radulascheide. An der Ventralseite umgreift außerdem ein Musc. circularis ventralis den Stützpolster, indem er beide aufgeschwungenen Seiten des Stützpolsters miteinander verbindet und durch seine Kontraktion den Stützpolster beim Ausschwenken der Radula flach ausdehnt. Die röhrigen Muskelfasern des Stützpolsters sind, wie bei den anderen Formen schon mehrfach erwähnt, weit dicker als die Fasern der anderen Muskelzüge und weisen eine besonders starke Zellwandung auf (Abb. 28). Die

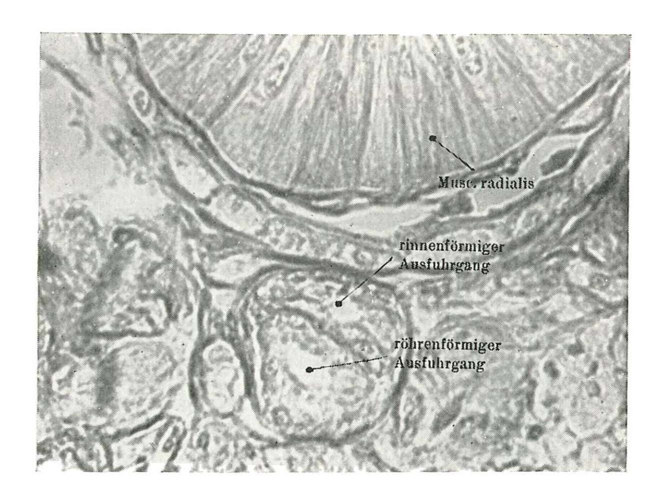


Abb. 28. Querschnitt durch die Ausfuhrgänge der Mundröhrendrüsen von *Idulia (Doto) coronata* Loven., 500 × vergr.

großen ellipsoiden Kerne liegen median, die Fibrillen sind dagegen randständig, wie Querschnitte zeigen.

Die **Radula** von *Idulia coronata* wurde von Vayssiere 1888 beschrieben und abgebildet. Auffällig ist der hufeisenförmig gestaltete Rhachiszahn der einreihigen Radula.

Die **Speicheldrüsen** sind schlauchförmig und beiderseits des Ösophagus gelegen. Sie sind von bauchig ins Lumen vorspringenden Drüsenzellen ausgekleidet, deren stark blau anfärbbares Sekret das Lumen der Speichelgänge erfüllt.

Der **Ösophagus** erstreckt sich als dünner langer Schlauch nach hinten. Sein Lumen ist im Querschnitt länglichoval, die glatte Wand von niederen, schwach anfärbbaren Zellen gebildet, die keine Zellgrenzen unterscheiden lassen. Eine Bewimperung ist nicht sicher feststellbar. Der Ösophagus geht ohne besonderen Übergang in den Magen über: Kardia- und Pylorusabschnitt liegen ganz nahe beisammen, da neben der Einmündung der Mitteldarmdrüsen an der rechten Seite auch der kurze Mitteldarm abgeht. Nach hinten dehnt sich der Magen als dünnhäutiger Blindsack bis zur Einmündung der Ausfuhrgänge der hinteren Mitteldarmdrüsen aus, wobei eine genaue Abgrenzung nicht durchzuführen ist. Im mittleren Magenabschnitt nach der Einmündung der beiden vorderen Mitteldarmdrüsen geht rechts dorsolateral ein kleines, kurzes Magencoecum ab. Außerdem zweigen vom hinteren, ventral verlaufenden Magensack beiderseits Verbindungsgänge nach dorsal ab, wo sie sich vereinigen und dorsomedian einen weiten Blindsack bilden, der sich bis in das Hinterende des Körpers erstreckt und seitlich mit Aussackungen bis in die Körpermitte herunterreicht. Knapp vor dem blinden Ende des ventralen Magensackes finden sich die Einmündungen der Ausfuhrgänge der hinteren Mitteldarmdrüse.

Der **Magen** ist in all seinen Abschnitten dünnwandig, glatt und mit weitem Lumen. Die Epithelzellen sind nieder plattenförmig, manchesmal mit etwas bauchig vorspringender Oberfläche, wo die großen flach-elliptischen Kerne liegen. Im vorderen Abschnitt, bei der Einmündung des Ösophagus und der vorderen Mitteldarmdrüsen ist die Bewimperung des Epithels dicht und hoch, weiter nach hinten, gegen den Magensack, nimmt die Bewimperung allmählich ab, um schließlich vollständig zu verschwinden. Auch im Magencoecum und dorsalem Blindsack zeigt das Epithel das gleiche Bild. Gegen die Mitteldarmdrüsenausfuhrgänge zu werden die Magenzellen allmählich höher. Im schwach angefärbten Plasma finden sich Vakuolen, die kugelige Granulationen beinhalten. Trotzdem sind die Zellen um etwa ein Drittel kleiner

als die eigentlichen Mitteldarmdrüsenzellen. Aus alldem ersieht man, daß auch eine histologische Abgrenzung des Magens gegenüber den Mitteldarmdrüsengängen nicht genau festzulegen ist, worauf schon Odhner hinwies. Schleimbecherzellen fehlen sowohl im Ösophagus als auch in allen Magenabschnitten.

Die **Mitteldarmdrüse** ist bei *Idulia*, ähnlich wie bei den *Aeolidiern*, diffus bzw. röhrenförmig und reicht weit in die Anhänge hinein. Ihre großen, keulig in das Lumen vorspringenden Fermentzellen sind mit größeren und kleineren kugelförmigen Einschlüssen brauner Anfärbung dicht erfüllt. Daneben finden sich immer wieder Zellen, die mehr schmal zylindrisch und ein stark vakuolisiertes Plasma aufweisen, in dessen Hohlräumen kleine, stark lichtbrechende Granulationen liegen. Auch Zooxanthellen mit großen, kugelförmigen Kernen, die einen deutlichen Nukleolus zeigen, finden sich zwischen den Drüsenzellen (Abb. 29). Schließlich findet man aber auch noch Zellen, die Einschlüsse enthalten, die eine maulbeerähnliche Gestalt von aneinander liegenden größeren und kleineren Kügelchen zeigen. Wahrscheinlich handelt es sich hier wieder um Xanthinkristalle, wie sie bei vielen Opisthobranchiern in der Mitteldarmdrüse festgestellt wurden (Rousseau, Hoffman [Abb. 29]).

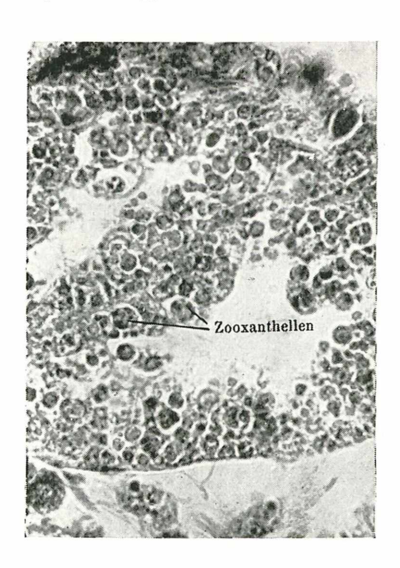


Abb. 29. Querschnitt durch einen Gang der Mitteldarmdrüse von *Idulia (Doto) coronata* Loven., 500 × vergr.

Der **Mittel-** und **Enddarm** führt als kurzes, dünnwandiges Rohr von der rechten Dorsalseite des Magens nach rechts zur Körperwand, wo er auf einer kleinen Papille ausmündet. Sein Epithel ist flach, schwach violett angefärbt und mit hohen, feinen Cilien besetzt. Sowohl Magen als Darm besitzen eine dünne Umhüllung aus Bindegewebe, wozu beim Darm noch eine dünne Muskularis kommt, die sich in der Analregion zu einem Sphinkter verstärkt.

Berghia coerulescens Laurillard.

Das in Schnittpräparaten untersuchte Exemplar entstammt Proben, die aus dem Innern der subaquatisch gelegenen Höhle Tuffo-tuffo am Capo die Sorrento aus einem Astroides calycularis-Spongiaria-Bestand genommen wurden (1,2 m Tiefe) (Starmühlner 1955).

Mikroanatomische und histologische Angaben über den Darmkanal von *Berghia* sind in der Literatur recht spärlich. Trinchese 1884 bearbeitete das Tier am ausführlichsten anatomisch, Brygider 1914 gibt Angaben über die Mundröhrendrüsen, und Rousseau 1935 berücksichtigte bei seiner grundlegenden Arbeit über die Histologie der Mitteldarmdrüse der *Aeolidier* auch *Berghia margaritae.*

Die spaltförmige **Mundöffnung** fällt auch bei *Berghia* mit der Ausmündung des Ausfuhrkanals der Mundröhrendrüsen zusammen. So ist die spaltförmige Öffnung auch dorsal von zahlreichen, subepithelial gelegene birnförmigen Drüsen bedeckt, die mit ihren Stielen zwischen Epithelzellen ausmünden (Lippendrüse). Die Zellen sind hochprismatisch, schwach blau mit Mallory anfärbbar und besitzen eine dichte, feine Bewimperung. Unter dem Epithel der Mundöffnung liegt ein kompakter Bindegewebspolster, der von den Fasern des Musc. circularis externus durchzogen ist. Im Bindegewebe eingelagert und zwischen die Fasern durchtretend sind die keulen- bis birnförmigen Drüsenzellen. Der große ellipsoide Kern, der manchesmal an einer Seite abgeflacht erscheint, liegt wandständig im Drüsenteil der Zelle. Die Zellmembran hebt sich durch ihre stärkere Anfärbbarkeit vom intensiv violett angefärbten scholligen Inhalt der Zellen deutlich ab (Abb. 30).

Die eigentliche **Mundhöhle** beginnt erst, nachdem sich der Mundspalt zu einem Rohr geschlossen hat, dessen Wand anfänglich stark gefaltet und rings mit subepithelialen birnförmigen Drüsen umstanden ist, als dorsale Abfaltung dieses Rohres und ist vom Musc. circ. ext. umhüllt, besitzt aber keine Drüsenzellen mehr. Diese beschränken sich nur mehr auf den ventral als breite

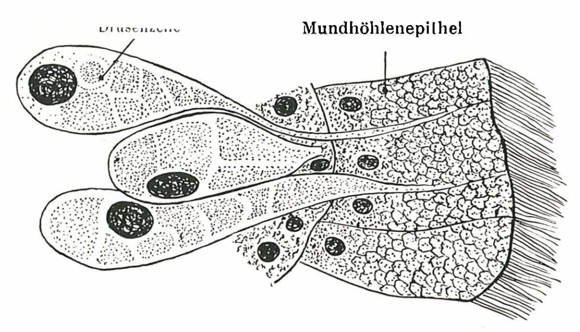


Abb. 30. Querschnitt durch die Wand des Mundhöhlenepithels von *Berghia coerulescens* Laur., etwa 700 × vergr.

Rinne nach hinten führenden Ausführungskanal der mittleren Mundröhrendrüsen, wie man den Komplex bezeichnen könnte (Abb. 31). Der Ausführungskanal steht bis zum Beginn der muskulösen Pharynxregion mit dem Darmkanal in offener Verbindung, führt dann aber als selbständiger Kanal weiter, um schließlich blind zu endigen. Im Querschnitt zeigt er ein querverlängertes, rinnenförmiges Lumen. Sein Epithel besteht aus hohen, oft kegelig vorspringenden Zellen, dessen Plasma sich mit Mallory hellblau anfärbt, eine wabig-schaumige Struktur zeigt und eine dichte, hohe Bewimperung besitzt. Zwischen den Epithelzellen münden die dicht nebeneinander liegenden birnförmigen Drüsenzellen aus, die aber stets einzeln liegen und nie zu Drüsenpaketen zusammengefaßt sind. Das Fehlen eines gemeinsamen Hüllgewebes bei den

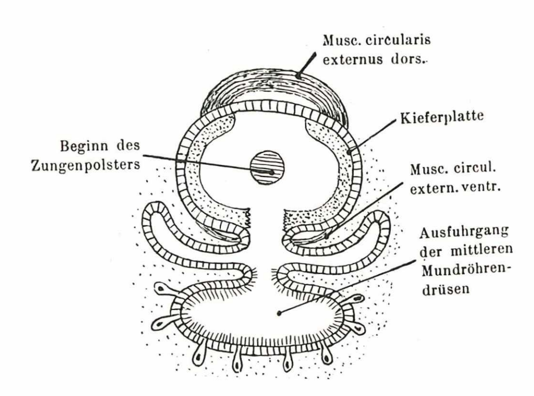


Abb. 31. Schematischer Querschnitt durch den hinteren Abschnitt der Mundhöhle von *Berghia coerulescens* Laur.

Mundröhrendrüsenzellen von *Berghia* betonte übrigens bereits Trinchese. Ihre blauviolette Anfärbung erweist sie als basophile Drüsenzellen, wie sie Brygider auch bei anderen *Aeolidiern*, z. B. *Spurilla*, fand, wo sie aber eine gemeinsame Bindegewebsumhüllung besitzen.

Die Mundhöhle ist sehr kurz und geht nach der Einmündung des Mundröhrendrüsenausfuhrkanals gleich in den eigentlichen **Pharynx** über, dessen Lumen fast ganz vom muskulösen Zungenbulbus, der die Radula trägt, erfüllt ist. Die den Bulbus umgreifenden Seitentaschen des Pharynx sind von den kutikularen Platten des Kiefers überzogen und dienen verschiedenen Muskelzügen als Ansatzflächen. Dorsal des Bulbus hebt sich als kleines, dünnes Rohr die Pharynxleitrinne ab, die vor dem Übergang in den Ösophagus in zahlreiche Falten gelegt ist, die als Leitfalten auf die Wandung des Ösophagus übergreifen.

Das Pharynxepithel besteht aus niederen, kubischen stark dunkelblau anfärbbaren Zellen, deren Lumen fast völlig von großen, kugeligen Kernen erfüllt ist. Die Epithelzellen sondern gemeinsam in Schichten eine starke Kutikula ab, welche als Kieferplatte, wie oben beschrieben, die lateralen Pharynxwände, die zu schmalen Taschen gefaltet sind, bedecken. Sie färben sich homogen violett an, nur an den freien Enden, wo die Platten sich vom Epithel ins Lumen frei abheben, geht die Färbung in ein Braunrot über, um an der Spitze farblos zu werden. Im vorderen Pharynxabschnitt, wo die Zunge mit ihrer Vorderkante hereinreicht und noch nicht den ganzen Pharynxraum ausfüllt, liegen sich die ventralen Kanten der Kieferplatten wie Zähne gegenüber, ein Eindruck, der dadurch verstärkt wird, weil die freien Kanten eine sägeartige Zähnelung aufweisen (Abb. 32). Daß diese Platten gegeneinander bewegt werden können, zeigen zwei starke Ringfaserzüge, die an der dorsalen und an der ventralen Pharynxhälfte

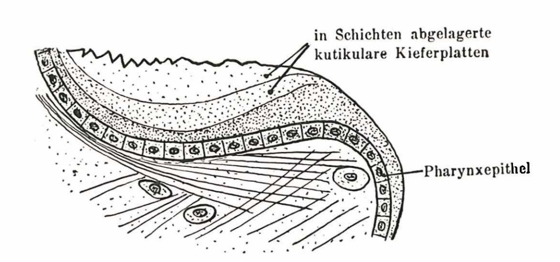


Abb. 32. Querschnitt durch die Wand des Pharynx im Bereich der Kieferplatten von *Berghia coerulescens* Laur., etwa 300 × vergr.

diesen ringförmig umgreifen und durch ihre Kontraktionen die gesägten „Kauflächen" einander nähern und entfernen. Besonders an der dorsalen Längskante sind die Kieferplatten besonders verstärkt und verbreitert und bieten dadurch mit ihrem Bildungsepithel eine breite Ansatzfläche für den dorsalen Ringmuskel. Im mittleren und hinteren Pharynxabschnitt trennt der sich vom Pharynxboden vorwölbende Zungenbulbus die Kieferplatten, die auf die entstehenden Pharynxtaschen beschränkt sind, wobei sie der Pharynxmuskulatur Widerlager abgeben. Dies führt uns gleich zum mächtig entwickelten Zungenapparat und dessen Faserzügen.

Die äußere Muskulatur: Ein dicker Musc. circularis externus dorsalis, der bereits mehrfach erwähnt wurde, umgreift in mehreren Portionen mit seinen Ringfasern Mundöffnung, Mundhöhle und Pharynxdach. Bei letzterem wurde bereits oben erwähnt, daß er beiderseits an den verbreiterten Kanten der Kieferplatten Ansatz findet. An der Unterseite des Pharynx findet sich ein Musc. circ. externus ventralis, der zuerst einheitlich, weiter hinten in zwei Portionen die untere Pharynxhälfte umgreift. Als Pro- und Retraktoren des ganzen Pharynxapparates sind die paarigen Musc. protractores und retractores superior und lateralis an der oberen Pharynxwand, Musc. protractores und retractores ventralis an der unteren Pharynxfläche anzusehen, die von den Pharynxwänden, wo sie unter dem Epithel in Bindegewebspolstern mit eingelagerten Blasenzellen entspringen, durch die Fasern der dorsalen und ventralen Ringmuskeln durchtreten und an die Innenfläche der Rüsselhaut in das dortige Bindegewebe einstrahlen. Ihre Kontraktionen bewirken ein Vor- und Rückziehen des ganzen Pharyngealapparates.

Die innere Muskulatur: im Zungenpolster lassen sich vier Hauptfaserzüge unterscheiden: 1. Ein paariger Musc. rectus inferior rotellae, dessen Fasern beiderseits von der Vorderkante des Zungenbulbus (Ventralfläche des vorderen Pharynxabschnittes) nach hinten oben und außen führen, um an der dorsalen Innenseite der Pharynxtaschen, die von den Kieferplatten versteift sind, anzusetzen. Die Kontraktion dieser Fasern bewirkt ein Vorziehen des vorderen Pharynxbodens und der ihm aufliegenden Radula über die Vorderkante des Zungenbulbus (Radulaprotraktor).

2. Ihm entgegen wirkt der paarige Musc. rectus superior rotellae, der von der medianen Ventralfläche des Pharynxbodens nach hinten unten zieht und an der ventralen Innenseite der versteiften Pharynxtaschen ansetzt. Seine Kontraktion bewirkt ein Rückziehen des Pharynxbodens und damit der Radula (Radularetraktor).

3. Ein paariger Musc. dorsoventralis zieht auf beiden Seiten von den äußeren Ecken des Pharynxbodens durch den Bulbus, um an der ventralen Innenfläche der versteiften Pharynxtaschen zu inserieren. Er bewirkt ein Spannen des Pharynxbodens und der aufliegenden Radula bei der Raspelbewegung (Radulaspanner).

4. Ein mächtiger Musc. transversus rotellae bildet mit seinen Fasern, welche den Bulbus in der Querrichtung durchziehen und beiderseits an der Innenfläche der versteiften Pharynxtaschen ansetzen, die Hauptmasse des Radulastützpolsters. Durch seine Kontraktion wird die Unterlage für die arbeitende Radula versteift (Abb. 33). Zwischen den Muskelfasern finden sich vor allem im

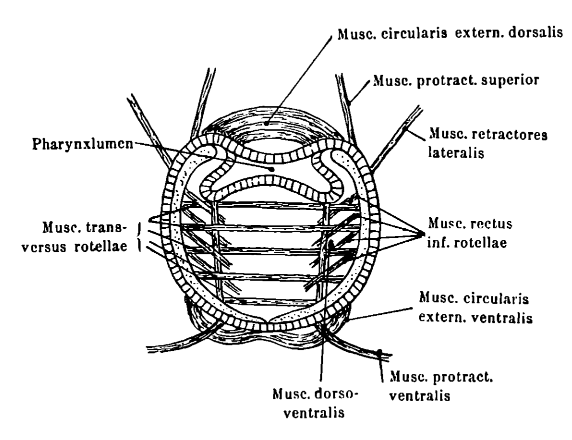


Abb. 33. Schematischer Querschnitt durch den Pharynxbulbus von *Berghia coerulescens* Laur. (der Musc. rect. superior rotellae ist nicht dargestellt).

vorderen Abschnitt des Zungenbulbus Anhäufungen von Blasenzellen (chordoide Zellen nach S c h a f f e r), welche die Stützfunktion des Zungenpolsters verstärken. Das Pharynxepithel ist flach, und nur an der ventralen Pharynxfläche, dem die Radula aufliegt, werden die Zellen höher, zylindrisch, wobei die großen, kugeligen Kerne das ganze Zellumen ausfüllen. Die ganze Pharynxhöhle, einschließlich der Leitrinne, ist von Kutikula ausgekleidet. Schleimbecherzellen fehlen.

Die **Radula** wurde von T r i n c h e s e beschrieben und abgebildet. Sie hat die Formel 0 . 1 . 0, ist also einreihig. Der Rhachiszahn besitzt einen dentikulierten Rand, der in der Mitte eingebuchtet ist.

Die **Speicheldrüsen** sind schlauchförmig, und die die Wände auskleidenden Drüsenzellen sind basophil anfärbbar. Stützzellen

finden sich ab und zu zwischen den großen, bauchigen Drüsenzellen als kleine, stark anfärbbare Stäbchen mit verbreitertem distalem Ende, ähnlich wie sie Brygider für *Spurilla* abbildet.

Nach dem Übergang der Pharynxleitrinne in den Ösophagus gehen die flachen Epithelzellen des Pharynx ziemlich unvermittelt in hohe, blasige Zellen über, die sich schwach blau anfärben, einen basal liegenden ellipsoiden Kern besitzen und an der Oberfläche mit feinen langen Cilien bedeckt sind.

Magen: Beim Eintritt des Ösophagus in den Magen ist eine starke Zunahme der Bewimperung auffällig, während sich die Epithelzellen des Magens von denen des Ösophagus äußerlich nicht

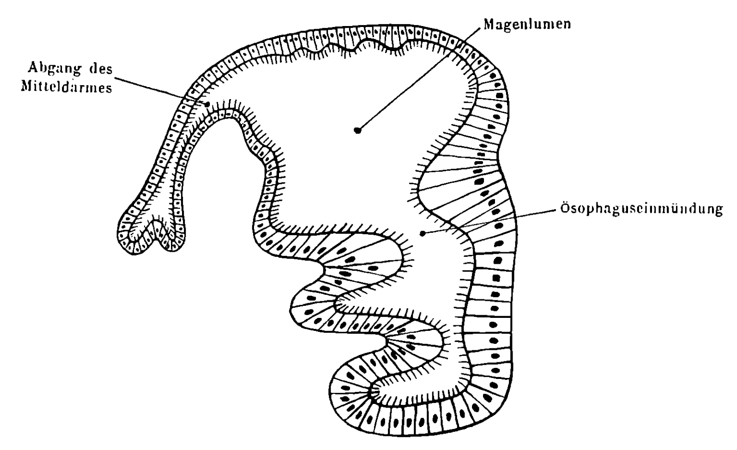


Abb. 34. Querschnitt durch den Magen im Bereich des Mitteldarmabganges und der Ösophaguseinmündung von *Berghia coerulescens* Laur., etwa 300 × vergr.

unterscheiden. Kardia- und Pylorusabschnitt des Magens liegen nahe beisammen, der Ösophagus mündet ventral von links ein, während der Darm dorsal an der rechten Seite abzweigt (Abb. 34). Im hinteren Abschnitt des Magensackes, wo sich die Einmündungen der in den Cerratas liegenden Mitteldarmdrüsen befinden, wird das Magenepithel etwas niedriger und ist an der dorsalen Magenwand in drei Längsfalten gelegt, die Faltung der Magenwand greift schließlich auf den ganzen Magen über. Der Übergang von den Ausführungsgängen der Mitteldarmdrüsen in den Magen ist histologisch ziemlich scharf ausgeprägt. Man sieht an den Schnitten, daß die dicht bewimperten, bauchigen Magenzellen plötzlich an Höhe abnehmen und in ein unbewimpertes Plattenepithel übergehen,

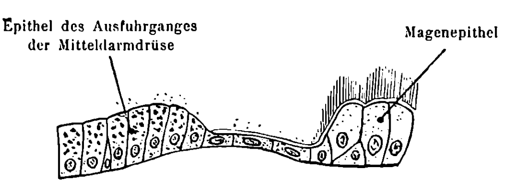


Abb. 35. Übergang von Magenepithel in das Epithel des Ausfuhrganges der Mitteldarmdrüse bei *Berghia coerulescens* Laur., etwa 400 × vergr.

denen sich unvermittelt wieder die hohen Zellen des Mitteldarmdrüsenausfuhrganges anschließen, deren Plasma dicht von kleinen, stark lichtbrechenden, braunen Granulas erfüllt ist, während sie an der Oberfläche spärliche, niedrige Cilien tragen (Abb. 35).

Mitteldarmdrüse: Bei den *Aeolidiern* hat Rousseau die bisher genaueste histologische Untersuchung der Zellelemente der Mitteldarmdrüse durchgeführt. Bei der Hauptform, *Aeolodina glauca,* die er untersuchte, unterschied er dabei 4 Zellsorten in der Drüse: 1. Xanthinozyten, Zellen mit kugeligen Einschlüssen, die eine deutliche konzentrische Schichtung aufwiesen und sich als Xanthinkristalle herausstellten; 2. Vakuolenzellen, deren Plasma zahlreiche Vakuolen mit Granulationen enthalten und 3. Fermentzellen, mit wenigen, oft verklebten Cilien, im Plasma, je nach Phase, eine verschieden große Anzahl von Sekretbläschen, bald leer, bald mit anfärbbaren Einschlüssen. Rousseau sieht sie als Sekretkügelchen an, die aber nicht in toto, sondern in verflüssigtem Zustand von den Zellen ausgeschieden werden. Daneben haben diese Zellen auch die Fähigkeit zu phagozytieren, und in ihrem Zellumen finden sich außerdem Zooxanthellen, die bei Nahrungsmangel mitverdaut werden. Als vierte und letzte Zellsorte nennt Rousseau die indifferenten Zellen von konischer Form mit homogenem Plasma, basophiler Anfärbung und großem Kern. Er sieht sie als Ersatzzellen an, während sie Hoffmann als Speicherzellen deutet. Außer den Xanthozyten hat Rousseau die angegebenen Zellsorten auch bei *Berghia margaritae* gefunden.

An unseren Schnitten finden sich vor allem die Fermentzellen als keulig ins Lumen vorspringende Zellen, die von zahlreichen braunen Kügelchen erfüllt sind, wobei sich in ihrer Anfärbung Übergänge zu blau tingierten Einschlüssen finden. Ab und zu findet man auch Zooxanthellen im Plasma eingeschlossen. Die eigentlichen Vakuolenzellen unterscheiden sich aber kaum wesentlich von den Fermentzellen, und wahrscheinlich handelt es sich auch bei ihnen, wie bei vielen anderen Formen nachgewiesen und bei der Besprechung von *Aplysia* erwähnt wurde, nur um ver-

schiedene Funktionsstadien einer einzigen Zellform. Dagegen zeigt auch *Berghia coerulescens,* besonders in den Endsäckchen der Tubulis kleine, nach oben zu konische Zellen, die sich schwach blau anfärben, ein homogenes Plasma und einen großen, kugeligen Kern besitzen. Es sind dies jene Zellelemente, die Rousseau als indifferente Zellen bezeichnet.

Mittel- und **Enddarm:** Der Darm zeigt nach seinem Abgang vom Magen eine ventrale Eindellung (Typhlosolis) (Abb. 36). Das ihn auskleidende Epithel besteht aus niederen kubischen Zellen, die nur in der Region der Typhlosolis in hochzylindrische Zellen übergehen. Sie sind zart rosa angefärbt und besitzen einen dichten, kurzen Wimperbesatz. Beim Übergang zum Enddarm verstreicht die Typhlosolis, das Lumen bekommt einen runden Querschnitt, die kubischen Epithelzellen werden allmählich höher, ebenso die dicht stehenden Wimpern. Der Anus, der auf einer Papille an der rechten Vorderseite ausmündet, ist wieder in zahlreiche Leitfalten gelegt und außen von einem aus Rings- aber auch wenigen Längsfaserzügen bestehenden Analsphinkter umhüllt, während der

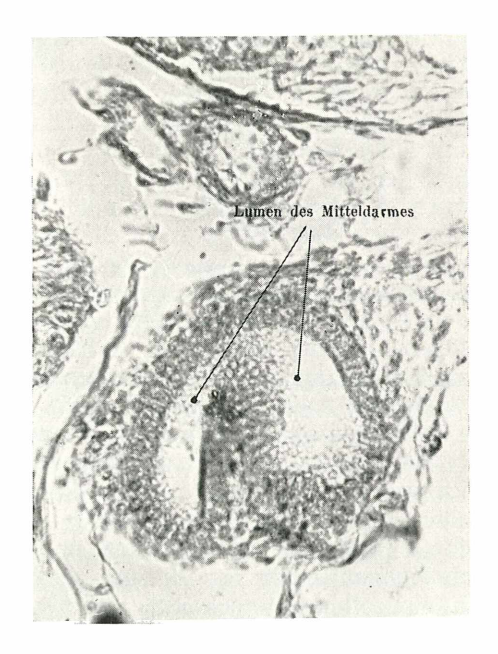


Abb. 36. Querschnitt durch den vorderen Mitteldarm von *Berghia coerulescens* Laur., 300 × vergr.

Mittel- und Enddarm ebenso wie der Magen nur eine dünne Bindegewebshülle besitzen.

Zusammenfassung:

1. In vorliegender Studie wird der Darmkanal von 7 Opisthobranchiern in mikroanatomischer und histologischer Betrachtung besprochen: Aus der Ordnung der *Tectibranchia Philine aperta* und *Aplysia depilans* aus der Ordnung der *Saccoglossa Thuridilla splendida* und *Limapontia* sp. aus der Ordnung der *Acoela Polycera quadrilineata, Idulia (Doto) coronata,* und *Berghia coerulescens.*

2. Sämtliche Exemplare stammten aus dem Mittelmeer, teils von der Österreichischen Tyrrhenia-Expedition 1952 aus dem Tyrrhenischen Meer (Golf von Neapel, Sorrento), teils von Exkursionen aus der nördlichen Adria (Rovinj).

3. In jeweils gleicher Reihenfolge werden die mikroanatomische Struktur sowie der histologische Aufbau des Darmkanals besprochen, zum Teil bisherige Ergebnisse ergänzt, zum Teil zum ersten Male beschrieben. Die Reihenfolge der besprochenen Darmabschnitte ist: Mundöffnung und Lippendrüsen, Mundröhre und Mundröhrendrüsen, Pharynx und funktionsmorphologische Deutung der Pharyngealmuskulatur, Radula, Speicheldrüsen, Ösophagus, Kaumagen, Magen, Mitteldarmdrüse, Mitteldarm und Enddarm.

4. Vorliegende Studie ist der erste Teil einer über mehrere Abschnitte geplanten vergleichenden Arbeit über den Darmkanal der Opisthobranchier.

Literaturverzeichnis.

Alder, J. und Hancock, A., A monography of the British Nudibranchiate Mollusca. Part I—VII, London 1845/55.

Baecker, R., Die Mikromorphologie von *Helix pomatia* und einigen anderen Stylommatophoren. Erg. d. Anat. u. Entwgesch. 89, 1932.

Bergh, R., Beiträge zur Kenntnis der Aeolidiaden IX. Verh. K. K. Zool. Bot. Ges. Wien, 38, 1888.

Brown, H. H., A study of a tectibranch gasteropod Mollusc, *Philine aperta* L. Trans. Roy. Soc. Edinburgh, 58, 1934.

Brüel, L., Über die Geschlechts- und Verdauungsorgane von *Caliphylla mediterranea* Costa. Ihr morphologischer Wert und ihre physiologische Leistung. Habilitationsschr. Halle 1904.

Brygider, W., Der mikroskopische Bau der Speicheldrüse bei *Polycera* quadrilineata auf Grund der Verhältnisse in der ganzen Gruppe der Nudibranchiata. Sbornik Math. Nat. Med. Sekt. Wiss. Lwow, 30, 1933.

Chiaje, St. delle, Descrizione ed anatomia delle *Aplisia.* Atti. R. Istit. Incoraggiam. Sci. Nat. Napoli 4, 1928.

Cuvier, G. L., Mémoire sur le genre *Laplysia*, vulgairement nommé Lièvre marin. Ann. Mus. Hist. Nat., 2, 1803.

Dreyer, Th. F., On the salivary and mouth glands of the Nudibranchiata. Trans. R. Soc. South Africa, 3. 1913.

Eales. N. B., *Aplysia.* Liverpool Marine Biol. Comm., 24, 1921.

Enriques, P., Il fegato dei Molluschi e le sue funzioni. Ricerche prevalentemente microscopiche. Mittl. Zool. Stat. Neapel, 15, 1901.

Fedele, M., Sulle strutture e funzioni dei cieche epatopancreatici nei molluschi Opistobranchi. Boll. Soc. Ital. Biol. Sperim., 1, 1926.

Förster, H., Beiträge zur Histologie und Anatomie von *Philine aperta* L. Diss. Kiel (Risse-Verlag, Dresden, A.) 1934.

Frenzel, J., Mikrographie der Mitteldarmdrüse (Leber) der Mollusken I. Allgemeine Morphologie und Physiologie des Drüsenepithels. Nova Acta Akad. Caes.-Leop.-Carol., 48, 2, 1886.

— Mikrographie der Mitteldarmdrüse (Leber) der Mollusken II. Spezielle Morphologie des Drüsenepithels der Lamellibranchiaten, Prosobranchier, Opisthobranchier. Nova Acta. Akad. Caes.-Leop.-Carol., 60, 1893.

Guiart, J., Contribution à l'étude des gasteropodes opisthobranches et en particulier des Cephalaspides. Mém. Soc. Zool. France, 14, 1901.

Hecht, E., Contribution à l'étude des Nudibranches. Mém. Soc. Zool. France, 8, 1895.

Henneguy, L. F., Contribution à l'histologie des Nudibranches. Arch. Anat. Micr. Paris, 21, 1925.

— Sur un tissu special *d'Elysia viridis* Montagu. Bull. Soc. Zool. France, 50, 1925.

Hilaire-Saint, C., Untersuchungen über den Stoffwechsel in der Zelle und in den Geweben I. Trav. Soc. Imp. Nat. St. Petersbourg, 33, 1903.

Hoffmann, H., Opisthobranchia, Teil 1 in Bronn's Klassen u. Ordnungen des Tierreichs, 3. Band: *Mollusca,* II. Abt. Gastropoda, 3. Buch: Opisthobranchia. Leipzig 1939.

Hörstadius, S., Einige Untersuchungen über die Eiweißverdauung bei Gastropoden. Biol. Zentralblatt, 53, 1933.

MacFarland, F. M., Reports on the scientific Results of the Expedition to the tropical Pazific XIX. The Dolabellinae. Mem. Mus. Comp. Zool. Harv. Coll., 25, 1918.

Mazzarelli, G., Monografia delle *Aplysiidae* del Golfo di Napoli. Mem. Mat. Fis. Soc. Ital. Sci., (3), 9, 1893.

Odhner, N. H., Nudibranchia *Dendronotacea.* A revision of system. Mem. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique, (2), 3, 1936.

Pelseneer, P., Recherches sur divers Opisthobranches. Mém. cour. sav. étr. Acad. Sci. Belg., 53, 1894.

Rousseau, Ch., Histophysiologie du foie des *Eolidiens.* Etudes de leurs Xanthelles, cytologie des cellules nematophages. Arch. Micr. Anat. Paris, 31, 1935.

Schaffer T., Über den feineren Bau des sog. Zungenknorpels der Gastropoden. Verh. d. Zoolog. Bot. Ges. Wien 1913.

Starmühlner, F., Ergebnisse der Österreichischen Tyrrhenia-Expedition 1952: Zur Kenntnis der Molluskenfauna des Felslitorals und submariner Höhlen am Capo di Sorrento I. Österr. Zool. Ztschr. Bd. VI, 1955 und Bd. VII, 1956.

Sterner R., Die Hautdrüsen bei den *Cephalaspidea.* Bull. intern. Acad. Sci. Cracovie. Cl. Sci. math.-nat. B., 1912.

Trinchese, S., Per la fauna marittima italiana. *Aeolididae e famiglie affini.* Atti R. Accad. Lincei, Mem. Cl. fis. nat. (3), 11, 1884.

Vayssiere, A., Recherches zoologiques et anatomiques sur les Mollusques opisthobranches du Golf de Marseille. II. Nudibranches et Ascoglosses. Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille, 3, 1888.

Zuccardi, R., Ricerche anatomiche sull'apparato digerente delle *Aplysiae* del Golfo di Napoli. Boll. Soc. Natural. Napoli. (1), 4, 1891.